Треб 11-15

www.radio.ru

10•2005

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

В эфире — поколение NEXT

- Однокристальные ТВ процессоры
- Простая АС для компьютера
- Преобразователь интерфейса USB — RS-232
- Источник питания с микроконтроллерным управлением

...и еще 22 конструкции

10
2005

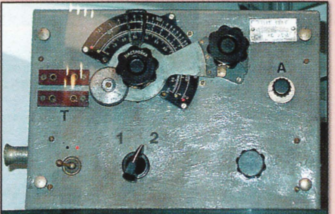
ISSN-0033-765X



20 октября — День войск связи

В год 60-летия Победы нашего народа в Великой Отечественной войне нельзя не вспомнить о технике радиосвязи, которую военные связисты использовали в начале войны. Сегодня ее сохранилось не так уж много. В музее связной техники Великой Отечественной войны, развернутом в помещениях ООО "Фирма РКК" в Москве, имеются редкие экспонаты. В целом с этой интересной экспозицией можно познакомиться на сайте www.rkk-museum.ru, а с некоторыми из них вас познакомит эта публикация.





С 1937 года на Воронежском радиозаводе по лицензии американской фирмы RCA выпускался вещательный радиоприемник 6Н-1. Именно на его основе были разработаны радиостанция 13-Р и радиоприемник КС-2СМ.

Переносная радиостанция 13-Р предназначена для работы в радиосетях стрелковых и артиллерийских полков. Радиостанция имела диапазон частот от 1,75 до 4,25 МГц. Выполнена она на семи радиолампах, из них шесть использовались в приемнике, а лампа выходного каскада НЧ приемника — и в качестве модулятора передатчика. Выходная мощность — около 0,5 Вт. Питание радиостанции — от батарей и аккумулятора.

Приемник КС-2СМ — это семиламповый супергетеродин с диапазоном от 2,5 до 12 МГц.



Приемник УС-3 — семиламповый коротковолновый супергетеродин с диапазоном частот от 2,5 до 15 МГц, который был разделен на три поддиапазона. Питание по накалу от бортсети 26 В, анодное напряжение — от умформера РУ-11А. Приемник использовался в составе авиационных радиостанций и наземных комплексов.

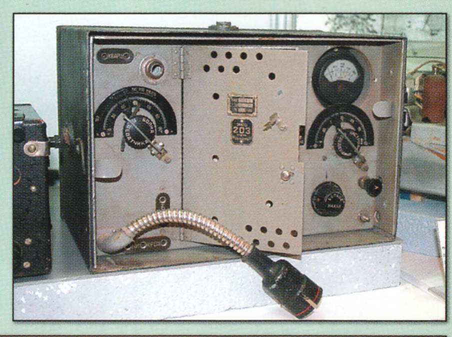


Приемник УС — восьмиламповый всеволновый супергетеродин, предназначенный для приема телеграфных и телефонных сигналов. Диапазон рабочих частот от 0,175 до 12 МГц был разделен на 5 поддиапазонов.





Полудуплексная радиостанция 12-РП использовалась для работы на ходу или на стоянке в радиосетях стрелковых и артиллерийских полков. Ее рабочий диапазон частот — от 2 до 6 МГц. Передатчик радиостанции двухкаскадный, приемник (выпускался отдельно как 5СГ-2 и 5СГ-3) — это пятиламповый супергетеродин. Выходная мощность около 0,5 Вт. Питание от батарей БАС-60 и аккумуляторов.



Танковая радиостанция 71ТК-3 предназначалась для двухсторонней радиосвязи в бронеобъектах. Устанавливалась на быстроходных танках БТ-5 и БТ-7, на средних танках Т-28, а также на Т-34 первых выпусков.



Передатчик 71ТК-1 (позднее — 71ТК-3) — двухкаскадный, с выходной мощностью 20 Вт. Диапазон частот — от 4 до 5,625 МГц. Приемник 71ТК-3 — это семиламповый супергетеродин на лампах прямого накала. Питание радиостанции осуществлялось от аккумуляторов и умформеров РУН-10 и РУН-75Б.

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Неоднократный победитель Всероссийских открытых молодежных соревнований по радиосвязи на КВ на призы журнала "Радио" коллектив RX3RXX Тамбовского областного дворца творчества детей и молодежи (см. статью на с. 60).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

УМЗЧ С ПОВЫШЕННОЙ МОЩНОСТЬЮ
СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТЫ ДЛЯ УКВ РАДИОПРИЕМНИКА
СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ
АВТОМАТИЗАЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОМА

Тираж журнала «Радио» № 9 сдан в ОАО «Роспечать» для рассылки подписчикам 01.09.2005 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.

Регистрационный № 01331

Адрес редакции:
107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (095) 207-31-18. Факс: (095) 208-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (095) 207-08-48
Отдел рекламы — (095) 208-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (095) 208-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (095) 207-77-28
Бухгалтерия — (095) 207-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159 в Мещанском ОСБ № 7811, г. Москва
Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 17.09.2005 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная.
Объем 10 физ. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032.

Отпечатано в ООО «ИД Медиа-Пресса», 127137, Москва, ул. «Правды», д. 24, стр. 1. Зак. 52160.

Это интересно...

Звук ... из стен

ЗАО "Пурсоник" объявило о начале поставок в Россию одноименных акустических систем (АС) — purSonic. Этот инновационный продукт был разработан при сотрудничестве двух компаний — Puren GmbH и Siemens. Звуковые панели относятся к встраиваемой акустике, их можно монтировать в стены, полы и потолки, однако purSonic отличается от всех прочих систем невидимостью. Звуковая панель представляет собой мембрану, колебания которой задают специальные звуковые генераторы, закрепленные с обратной стороны. Звук не проходит через панель, а непосредственно воспроизводится ею. Поверхность можно отделывать практически любым материалом — это могут быть обои, тонкий металл или пластик и даже кафельная плитка в ванной.



При подключении АС к DSP-процессору purSonic Professional с помощью специальной программы можно осуществить точную настройку и калибровку. Также следует отметить, что DSP-процессор можно подключить и к системе управления умным домом через двунаправленный порт RS-232. Как сообщает производитель, благодаря отсутствию микрофонного эффекта, эта система идеально подходит для конференц-залов. Масштабируемость (в единую сеть можно объединить до 16 DSP-процессоров) позволяет применять purSonic и в других областях — при оборудовании торговых центров, залов ожидания и т. п.

http://www.ixbt.com/news/dvd/index.shtml?news113795id

Производитель расстреливает свои аккумуляторы

Американская компания Valence Technologies, производитель литий-ионных аккумуляторов, выпустила видеоролик, наглядно показывающий преимущество ее новой технологии Saphion.

Большинство литиевых аккумуляторов используют в качестве одной из составляющих своей электрохимической системы оксид кобальта. А он может загореться и даже взорвать батарею при слишком высоком токе зарядки или разрядки, а также при механическом повреждении.

Взрывы мобильных телефонов, кстати, хоть и редки, но не настолько, чтобы об этом не говорить. Впрочем, в сотовых телефонах, КПК, ноутбуках и прочих мобильных устройствах аккумуляторы весьма малы и не представляют большой опасности. Но вот если попробовать из таких литиевых аккумуляторов составить тяговую батарею для автомобиля-гибрида или электромобиля...

Именно по причине опасности (особенно при аварии), а также из-за высокой цены литий-ионные аккумуляторы не получили широкого распространения на транспорте. Гибридные автомобили и электромобили чаще используют никель-кадмиевые батареи. Они хоть и запасают меньше энергии на единицу массы, но зато не взрывоопасны.

Компания Valence полагает, что пришла пора массового применения в машинах больших литиевых аккумуляторов. Ключ к их безопасности — разработанная компанией технология применения фосфатов в катодах аккумуляторов. Фосфаты чрезвычайно ус-



тойчивы. Они не загораются и не разлагаются ни при коротком замыкании, ни при высоком токе зарядки, ни при нагревании, ни при сильных ударах, ни при повреждении корпуса батареи.

Компания начала выпуск целой линейки литиевых аккумуляторов с технологией Saphion. Они несколько уступают "обычным" литиевым батареям в емкости (но превосходят никель-кадмиевые), они более дорогие, чем продукция конкурентов, но зато — не взрываются. Чтобы это доказать, компания сняла видеоролик, в котором расстреливала свои аккумуляторы и аккумуляторы соперников. Литиевые батареи традиционной системы бурно загорались после того, как их пробивала пуля, а Saphion — нет. Далее корпус батареи сверлили. Опять же — обычные литиевые аккумуляторы выдавали языки пламени, Saphion — нет.

Ряд компаний, занимающихся постройкой электромобилей и переделкой в электромобили обычных авто, заинтересовались батареями Saphion и единственно о чем мечтают, чтобы их цена снизилась до уровня других литиевых аккумуляторов.

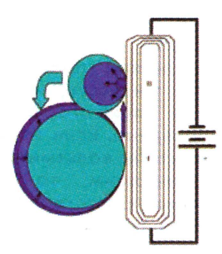
http://www.membrana.ru/lenta/?5052

Самый маленький двигатель в мире

Ученые из университета Калифорнии в Беркли построили самый маленький в мире двигатель, поперечник которого составляет всего двести нанометров — в тысячи раз меньше толщины человеческого волоса. Принцип его действия основан на том, что при столь малых размерах силы поверхностного натяжения играют большую роль, чем в "обычном" мире.

Полное название устройства — "Наноэлектромеханический релаксационный генератор, приводимый силами поверхностного натяжения". Он состоит из двух мельчайших жидких капель металла индия, лежащих рядом друг с другом на подложке, изготовленной из углеродных нанотрубок. Одна из капель меньше другой. Когда через подложку пропускают слабый постоянный ток (десятки микроампер при напряжении 1,3...1,5 В), он приводит к "убеганию" атомов из большой капли в меньшую.

Поскольку диаметр меньшей капли при этом растет быстрее, чем уменьшается диаметр большой капли, наступает момент, когда меньшая капля соприкасается с большей, хотя попрежнему уступает ей в размере. В это мгновение силы поверхностного натяжения заставляют "убежавшие" атомы быстро вернуться к большей



капле через точку контакта, так восстанавливается первоначальное состояние. Цикл начинается заново. Меняя напряжение, можно регулировать частоту колебаний в системе.

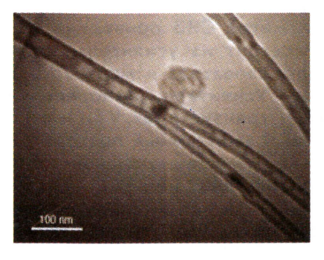
Этот двигатель при соответствующих изменениях можно было бы применять в нанороботах для движения и привода исполнительных механизмов, в микроэлектромеханических устройствах, микроскопических датчиках и т. д.

К сожалению, принцип, положенный в основу двигателя, работает только при таком масштабе.

http://www.membrana.ru/lenta/?4511

Микроскопический углеродный транзистор

О крупном достижении, "открытии, представляющем новый шаг в наноэлектронике", отрапортовали исследователи из двух американских университетов — Калифорнии в Сан-Диего и Клемсона. Им впервые удалось сделать транзистор полностью из углеродных нанотрубок, разветвленных в форме буквы "Y".



Размер нового нанотранзистора — несколько сотен микрон — он примерно в сто раз меньше компонентов, используемых в сегодняшних микропроцессорах. Кстати, современные Pentium имеют более 500 миллионов транзисторов, а их "прародители" образца 1958 г. — простые интегральные микросхемы — обладали всего двумя.

Созданное учеными устройство ведет себя так же, как обычные электронные переключатели с МОП структурой, однако "небольшие размеры и свойства этих нанотрубок делают их кандидатами в новый класс транзисторов", — сообщил руководитель группы исследователей, профессор Прабхакар Бандару.

Вместе с коллегами он сначала синтезировал обычные — прямые углеродные нанотрубки путем химического осаждения пара. Затем был добавлен катализатор — покрытые титаном частицы железа, — чтобы стимулировать рост дополнительной "ветви".

"Ветвь" действительно стала вырастать как из ствола дерева, трубка обрела форму буквы "Y", а катализатор постепенно поглотился соединением "стебля" и двух "ветвей". Когда же к концам разветвленной нанотрубки, к двум ее "рукавам", были присоединены электрические контакты, электроны из одного "рукава" благополучно перелетали через частицу катализатора и выходили в другой "рукав", направленный наружу.

Дальнейшие эксперименты показали, что движением электронов через Y-соединение можно точно управлять, подавая напряжение на "стебель". Переключение происходит идеально: ток или есть, или его нет, никакой промежуточной стадии. Согласно выдвинутой Бандару гипотезе, положительное напряжение, приложенное к "стеблю", увеличивает поток электронов через эти два "рукава", давая сигнал включения, а при полном изменении полярности движение электронов через "рукава", по существу, останавливается, формируя выключенное состояние.

"Мы думаем, это открытие показывает, что нанотехнологии — это не только создание каких-то маленьких штучек, — сообщил профессор. — Мы можем синтезировать функциональность в наномасштабе, в данном случае — это три элемента транзистора — база, эмиттер и коллектор, — и нам не нужно мучиться, делать их по отдельности, собирать их".

Исследователи планируют эксперименты с другими частицами катализатора и надеются уменьшить нанотранзистор с десятков до всего нескольких нанометров. Бандару говорит, что главная причина для беспокойства — это надежность устройств, базирующихся на нанотрубках. Но в будущее профессор смотрит с оптимизмом. Он считает, что направление Y-соединений находится на той же стадии, что и обычные транзисторы в 1958 г.

"Что меня действительно приводит в восторг, так это масса возможностей", — признается Бандару. По его словам, на очереди нанотрубки в форме букв "Т" и "X".

http://www.membrana.ru/articles/technic/2005/08/16/204600.html



РЕТРО

ИЗМЕРЕНИЯ

ПРОСТОЙ СРЕДНЕ-КВАДРАТИЧНЫЙ

Измерение шумовых характеристик усилителей звуковых частот и магнитофонов, налаживание тиристорных регуляторов мощности — вот примеры типичных ситуаций, когда радиолюбитель сталкивается с необходимостью определить среднеквадратичное значение переменного напряжения или тока (далее по тексту — СКЗ). Непосредственное измерение СКЗ наталкивается на определенные трудности, поэтому в вольтметрах широкого применения (самостоятельных или входящих в состав мультиметров) обычно ограничиваются регистрацией либо средневыпрямленного, либо пикового значения переменного напряжения. И тем не менее шкалы этих приборов, как правило, отградуированы в среднеквадратичных значениях. Дело в том, что для наиболее часто встречающегося в практике измерений сигнала синусоидальной формы связь между всеми тремя значениями однозначная: пиковое в 1,41 раза больше, чем СКЗ, а средневыпрямленное в 1,11 раза меньше его. Но в ситуациях, о которых упоминалось выше, форма сигнала заметно отличается от синусоидальной, поэтому вольтметры широкого применения здесь могут давать значительную погрешность измерений.

Большинство вольтметров СКЗ, описания которых имеются в радиолюбительской литературе, либо сложны, либо используют малораспространенные комплектующие изделия (в частности, термоэлектронные приборы). Принимая во внимание тот факт, что измерения СКЗ сложного сигнала в радиолюбительской практике проводятся не так уж часто, изготовление специального сложного прибора [1] вряд ли оправдано. Если не выдвигать требование, чтобы вольтметр СКЗ был прямопоказывающим, то возможно создание очень простого в повторении и налаживании прибора.

Метод измерения СКЗ, который используется в подобном приборе, относится к фотометрическим. Он основан на усилении напряжения до уровня, при котором начинает светиться обыкновенная лампочка накаливания. Яркость свечения лампочки (ее регистрируют фоторезистором) однозначно связана с СКЗ приложенного к ней переменного напряжения. Нечто подобное применялось (да и сейчас порой применяется радиолюбителями) для регистрации мощности высокочастотного сигнала [2].

Чтобы исключить нелинейность преобразования «переменное напряжение — сопротивление резистора», целесообразно фоторезистор использовать лишь для регистрации некоторой, заранее установленной при калибровки прибора яркости свечения лампочки. При этом измерение СКЗ сводится к установке коэффициента передачи предварительного усилителя таким, чтобы лампочка светилась с заданной яркостью. СКЗ измеряемого напряжения отсчитывают по шкале переменного резистора, которым регулируют коэффициент передачи устройства.

Практическая схема выходного узла вольтметра СКЗ приведена на рис. 1. Он состоит из усилителя, оптронного преобразователя и мостового индикатора. Усилитель выполнен на ОУ DA1 и транзисторах VT1 и VT2 (двухтактный эмиттерный повторитель). Начальное смещение транзисторов задает резистивная цепь R7—R10. Резисторы R11 и R12 ограничивают при перегрузках ток через транзисторы VT1 и VT2, также через лампочку оптрона VL1, которая является нагрузкой усилителя. Коэффициент передачи усилителя регулируют переменным резистором R3 (на его оси закреплена шкала, по которой отсчитывают СКЗ). Для минимизации погрешности измерений существенно, чтобы постоянное напряжение на выходе усилителя в отсутствие сигнала было равно нулю. Добиваются этого установкой режима работы ОУ по постоянному току переменным резистором R6.

Фоторезистор оптрона VL1 включен в мостовую схему, баланс которой регистрируют микроамперметром PA1 с нулем посередине шкалы. Резистор R14 в сочетании с диодами VD1 и VD2 ограничивает ток через микроамперметр при значительном разбалансе мостовой схемы. Переключателем SA1 микроамперметр PA1 подключают к выходу усилителя для его балансировки по постоянному току.

Измеряемое напряжение с предварительного усилителя поступает на неинвертирующий вход ОУ DA1. Следует заметить, что если исключить конденсатор C1, то на вход прибора можно будет подавать переменное напряжение с постоянной составляющей. И в этом случае показания прибора будут соответствовать истинному значению СКЗ суммарного (постоянное+переменное) напряжения. Этим качеством, кстати, не обладают многие более сложные среднеквадратичные вольтметры. Разумеется, в таком варианте исполнения прибора предварительный усилитель также должен представлять собой УПТ.

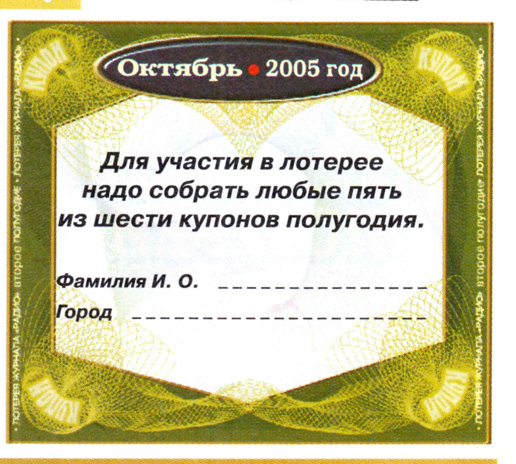
Теперь о некоторых особенностях этого устройства и о выборе элементов для него. Оптрон ОЭП-2 имеется в Посылторге, и, разумеется, лучше всего использовать именно его. Любители поэкспериментировать могут, однако, изготовить аналог оптрона на основе лампочки накаливания и фоторезистора. Их помещают в какой-нибудь подходящий корпус, исключающий попадание внешнего света на фоторезистор. Поскольку на его сопротивление заметно влияет и температура окружающей среды, то следует минимизировать передачу тепла от лампочки накаливания. Яркость ее свечения при СКЗ напряжения на ней не более 1,5 В должна быть достаточной, чтобы вывести фоторезистор в рабочую точку, соответствующую балансу моста (сопротивление примерно 10 кОм). Такое ограничение обусловлено необходимостью обеспечить максимальный пик-фактор прибора — отношение максимально допустимого значения амплитуды измеряемого сигнала (до начала его ограничения в усилителе) к СКЗ. При номиналах элементов, приведенных на схеме рис. 1 пик-фактор будет около 18 дБ, что вполне приемлемо для большинства измерений.

Ток лампочки накаливания в рабочей точке не должен превышать 10 мА иначе придется умощнить выходной каскад усилителя. Он должен обеспечивать пиковый ток, примерно в 10 раз больший, чем ток, потребляемый лампочкой в рабочей точке.

К фоторезистору самодельного оптрона особых требований не предъявляется. Но если у радиолюбителя имеется возможность выбора, то желательно найти экземпляр, который будет иметь необходимое значение сопротивления в рабочей точке при меньшем напряжении на лампочке накаливания. Это повысит пик-фактор прибора.

В выходном узле вольтметра СКЗ можно применить практически любой современный ОУ (как с внешней коррекцией АЧХ, так и с внутренней). Поскольку балансировка по постоянному току в данном устройстве обяза-

1988, № 8, с. 56



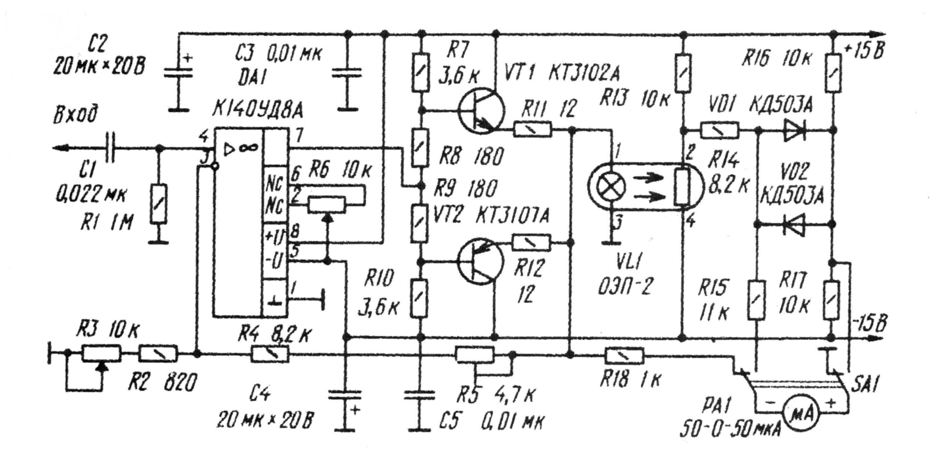


Рис. 1

тельна, то следует отдать предпочтение ОУ, имеющим для этого специальные выводы. Иначе ее придется обеспечивать искусственными приемами (подачей на вход ОУ напряжения смещения), что усложнит прибор.

Выбор операционного усилителя однозначно определяет чувствительность выходного узла вольтметра (точнее, комбинацию двух его параметров: чувствительности и полосы пропускания). Определить их можно, воспользовавшись амплитудно-частотной характеристикой выбранного ОУ. На рис. 2 приведена АЧХ операционного усилителя К140УД8А (она типична для многих ОУ с внутренней коррекцией). Если верхнюю границу F_{max} АЧХ прибора выбрать 20 кГц (что логично для измерений параметров звукотехнической аппаратуры), то, как следует из рис. 2, максимальный коэффициент передачи выходного узла K_{max} не может быть больше 36 дБ (т. е. больше примерно 60 раз). Поскольку, как уже отмечалось, в рабочей точке напряжение на лампочке накаливания около 1,5 В, то минимально регистрируемое напряжение в этом случае будет примерно 25 мВ. Приведенные на рис. 1 номиналы резисторов R2—R5 обеспечивают несколько меньший максимальный коэффициент усиления (около 15). Он был выбран из соображений удобства градуировки шкалы — пределы измерений выходного узла вольтметра в этом случае будут 0,1...1 В. Дальнейшее расширение пределов измерения в сторону меньших значений обеспечивается соответствующим предварительным усилителем.

Используя более широкополосные ОУ (например, К574УД1А), минимально регистрируемое напряжение этого узла можно довести до единиц милливольт (при верхней границе АЧХ 20 кГц).

Если в приборе будут применены ОУ, требующие цепей внешней коррекции, то схему следует соответствующим образом модифицировать. Параметры элементов коррекции выбирают исходя из устойчивой работы

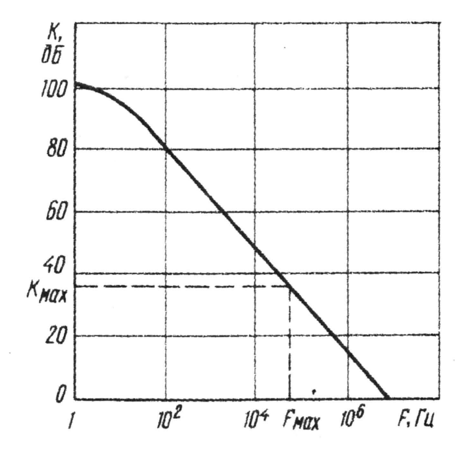


Рис. 2

всего усилителя при заданных коэффициентах передачи.

К остальным элементам вольтметра особых требований не предъявляется. Отметим лишь, что максимально допустимое рабочее напряжение для транзисторов VT1 и VT2, а также для фоторезистора оптрона VL1 должно быть не менее 30 В. Впрочем, для фоторезистора оно может быть и меньшим, но тогда мост следует запитать пониженным напряжением.

Перед первым включением вольтметра движок переменного резистора R6 устанавливают в среднее положение, резистора R3 — в левое; а резистора R5 — в крайнее правое. Подвижные контакты переключателя SA1 должны быть в левом, по схеме, положении. Подав напряжение питания на устройство, переменным резистором R6 (в законченном приборе его ручка должна быть выведена на переднюю панель) устанавливают стрелку микроамперметра PA1 на нулевую отметку. Затем движки резисторов R3 и R5 переводят соответственно в правое и крайнее левое положение и уточняют балансировку усилителя. Переводя SA1 в правое, по схеме, положение (контроль баланса моста), приступают к калибровке прибора. Заметим, что в отсутствие сигнала мост всегда разбалансирован и стрелка микроамперметра будет находиться в одном из крайних положений.

На вход вольтметра подают напряжение синусоидальной формы от звукового генератора. Его среднеквадратичное значение контролируют любым вольтметром переменного тока, имеющим необходимые пределы измерений и частотный диапазон. Установив входное напряжение чуть меньше нижнего предела измерений (примерно 90 мВ), подстроечным резистором R5 добиваются баланса моста. Движок переменного резистора R3 при этом должен быть в правом, по схеме, положении. Затем его переводят в левое положение и увеличивают входное напряжение до тех пор, пока не восстановится баланс моста. Если это будет достигнуто при входном напряжении, заметно отличающемся от 1,1 В (в ту или иную сторону), то следует уточнить номинал резистора R2. После этого процедуру установки пределов измерения повторяют снова. Собственно калибровка прибора очевидна — подав на его вход напряжение в пределах 0,1...1 В, вращением движка резистора R3 добиваются нулевых показаний микроамперметра PA1 и наносят на шкалу соответствующее значение.

При измерении СКЗ сигналов с большим пик-фактором возможны ошибки, обусловленные их ограничением в усилителе. Для контроля подобной ситуации вольтметр целесообразно дополнить светодиодными индикаторами пиковых значений напряжения на выходе усилителя (один для сигналов положительной полярности, а другой для сигналов отрицательной полярности). Здесь подойдет устройство, описанное в [3]. Индикаторы настраивают так, чтобы светодиоды начинали светится, когда напряжение на выходе усилителя будет близко к максимально допустимому (до начала ограничения).

Измерения отношения сигнал/шум магнитофонов, усилителей и другой звуковоспроизводящей аппаратуры обычно производят с взвешивающими фильтрами, которые учитывают реальную чувствительность человеческого уха к сигналам различных частот. Таким фильтром [4] целесообразно дополнить и этот среднеквадратичный вольтметр.

Б. ГРИГОРЬЕВ

г. Москва

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сухов Н.** Среднеквадратичный милливольтметр.— Радио, 1981, № 11, с. 53—55; № 12, с. 43—45.

2. **Меерсон А.** Радиоизмерительная техника.— М.— Л.: Энергия, 1967 (МРБ, вып. 620).

3. **Владимиров Ф.** Индикатор максимального уровня.— Радио, 1983, № 5, с. 35—36.

4. **Григорьев Б.** Взвешивающий фильтр.— Радио, 1988, № 1, с. 56—57.

Однокристальные ТВ процессоры VCT48/49xyI

Версии процессоров, структурная схема, тракт ПЧ

А. ПЕСКИН, А. СПОРНЯК, г. Москва

На страницах журнала периодически появляются описания новых элементов телевизионной техники. В этом номере мы начинаем публикацию материала о так называемых однокристальных процессорах фирмы MICRONAS.

Большое число существующих сегодня в мире несовместимых телевизионных стандартов всегда создавало трудности для разработчиков телевизоров, поскольку требовало больших затрат из-за довольно сложных схемотехнических решений. Одним из способов устранения этой проблемы, казалось бы, мог быть выпуск простейших моделей для каждого мирового региона, использующего свой стандарт. Однако экономические причины и борьба фирм-производителей за рынок сбыта выявили потребность в многостандартных телевизорах, выпускаемых большими партиями и имеющих невысокую стоимость.

Все это и побудило разработчиков телевизоров использовать базовые недорогие многостандартные микросхемы, которые оказываются приемлемыми для различных классов телевизоров в различных регионах мира.

Современным вариантом таких микросхем можно назвать описанное ниже семейство однокристальных телевизионных процессоров VCT48/49xyI фирмы MICRONAS.

Семейство содержит объединенные в одном кристалле пять функциональных блоков, основанных на уже существующих компонентах, что иллюстрирует **рис. 1**:

Video & Sound IF
DRX396xA
Audio Processing
MSP34x5G
Video Processing
VSP94x7B
Display & Deflection
DDP3315C
Control, OSD, Text
SDA55xx
VCT49xyI
VCT48xyI

Рис. 1

— каналы обработки сигналов ПЧ видео и звука (Video&Sound IF) — микросхемы серии DRX396xA;

— демодулятор и процессор сигналов звука (Audio Processing) — серии MSP34x5G;

— усилители видеосигналов и видеопроцессор (Video Processing) — серии VSP94x7B;

— каналы дисплейной обработки и разверток (Display&Deflection) — микросхема DDP3315C;

— микроконтроллер управления с генератором сигналов экранного меню OSD и телетекстом с внутренней памятью (Control, OSD, Text) — микросхемы серии SDA55xx.

Следовательно, каждая версия процессора содержит комплект устройств, к которым для построения телевизора достаточно только добавить тюнер, выходные каскады усилителей мощности сигналов ЗЧ, RGB, кадровой и строчной разверток и источник питания. При этом можно обеспечить создание всего диапазона современных телевизоров с форматами 4:3 и 16:9 и частотами кадров 50/60/100/120 Гц.

Все процессоры выполнены по субмикронной КМОП технологии и совместимы с восьмиразрядным микропроцессором управления. Они имеют:

— очень низкое энергопотребление в дежурном режиме;

— генератор образцовой частоты с подсоединенным внешним кварцевым резонатором частотой 20,25 МГц;

— многосистемный декодер сигналов цветности PAL/NTSC/SECAM;

Функция или параметр	Наличие (+) или отсутствие (–) в зависимости от модели																				
	Eco CRT							Basic CRT													
	4822 4922	4923	4924	4931	4932	4933	4934	4841 4941	4842 4942	4943	4944	4846 4946	4947	4948	4951	4952	4953	4954	4956	4957	4958
Global Analog Stereo Decoder A2, EIA-J, BTSC, FM Radio + auto. stand. detect	+	+	–	–	+	+	–	–	+	+	–	+	+	–	–	+	+	–	+	+	–
Radio Data System (RDS/RBDS)	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+
NICAM Stereo Decoder	–	+	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–	+	–	–	–	+	–	–	+	–
Eco Stereo Feature Pack bass, treble, loudness, balance, spatial effects, beeper	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+
Basic Stereo Feature Pack Micronas BASS, subwoofer, Micronas AROUND virtual, equalizer	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+
Virtual Dolby Surround® (VDS)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	–	–	–	–	+	+	+
Micronas VOICE®	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+
SRS® (3D-Audio)	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+
SRS® TruBass	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+
SRS® WOW (SRS&TruBass&Focus)	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+
BBE™ (High Definition Sound)	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+
4H Adaptive Comb Filter	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Frontend RGB Input	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Softmix Frontend RGB Via Fastblank	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Panorama Scaler	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ITU-656 input (Shared Pins With ITU-656 Output)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Systems CTI, LTI	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dynamic EHT Compensation	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gamma Correction (NCE)	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Scan Velocity Modulation (SVM)	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dynamic Focus Control (DFC)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Macrovision Detection	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Teletext, VPS, PDS	–	–	–	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+
On-chip Program Memory (ROM)	JIE	JIE	JIE	JIE	JIE	JIE	JIE	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG
Packages	PY PZ	PY PZ	PY PZ	PY PZ	PY PZ	PY PZ	PY PZ	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM

Прием статей: mail@radio.ru тел. 208-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

— многостандартную обработку QSS сигналов ПЧ с одним фильтром ПАВ;

— входы для подключения полного цветового телевизионного видеосигнала CVBS, сигналов S-VHS, композитных сигналов Y, C_r, $C_в$ и сигналов RGB (не во всех версиях, см. ниже);

— динамическое управление уровнем черного (Black Level Expander — BLE) и процедуру выключения черного (Black Switch Off Procedure — BSO);

— выбор апертурного корректора в канале цветности (Selective Color Enhander — SCE);

— режим "мягкого" запуска и остановки строчной развертки (Soft Start/Stop of H-drive);

— систему коррекции геометрических искажений растра (Vertical Angle and Bow Correction);

— узлы ограничения среднего и пикового токов лучей кинескопа (Average and Peak Beam Current Limiter).

В **табл. 1** указаны различные дополнительные функции и параметры всех предлагаемых версий (модификаций) семейства процессоров для различных моделей (типовых схем) телевизоров: экономичного (Eco CRT), базового (Basic CRT), усовершенствованного (Advenced CRT), жидкокристаллического (LCD) и эмуляционного (Emu). Есть еще версии 4821, 4921 модели Eco CRT, которые содержат память JIE и выполнены в корпусах PY и PZ (см. ниже).

Ряд версий процессоров имеет:

— аналоговый стереофонический декодер (Global Analog Stereo Decoder), позволяющий обрабатывать звуковые сигналы стандартов A2, EIA-J, BTSC/SAP, FM-Radio + автоматический декодер стандартов;

— систему передачи данных — Radio Data System — RDS/RBDS (США);

— стереодекодер цифрового стандарта NICAM (NICAM Stereo Decoder);

— экономичный узел стереообработки (Eco Stereo Feature Pack), позволяющий выделять и регулировать тембры нижних и верхних частот, громкость, баланс, спецэффекты ("псевдостерео", "биперы");

— базовый узел стереообработки (Basic Stereo Feature Pack), содержащий виртуальные устройства, эквалайзер, сверхнизкочастотные каналы и позволяющий выделять и регулировать "микронасовские басы", пространственные эффекты и др.;

— устройство виртуального звучания Dolby (Virtual Dolby Surround® — VDS);

— "микронасовский" голос (Micronas Voice®);

— систему восстановления звука (Sound Retrieval Sistem — SRS® 3D-Audio);

— SRS® Tru Bass;

— SRS® WOW (SRS &Tru Bass & Focus);

— BBE™ (звук высокой четкости — High Definition Sound);

— адаптивный комбинированный фильтр PAL/NTSC (4H Addaptive Comb Filter);

— внешние входы сигналов RGB (Frontend RGB Input);

— сумматор сигналов RGB с сигналами быстрого гашения (Fastblank);

— нелинейное горизонтальное масштабирование (Panorama Scaler);

— вход в соответствии со стандартом ITU-656 и 8/10-битовые выходы этого стандарта;

— устройства улучшения сигналов яркости (Luminance Transient Improver — LTI) и цветности (Color Transient Improver — CTI);

— компенсацию нелинейных и динамических искажений высокого напряжения (Dunamic EHT Compensation);

— нелинейную гамма-коррекцию цвета (Nonlinear Color Emphasis — NCE);

— модуляцию скорости перемещения лучей (Scan Velosity Modulation — SVM);

— динамическую регулировку фокусировки (Dynamic Focus Control — DFC);

— детектор обнаружения системы "Macrovision";

— телетекст (World Sistem Teletext — WST) с десятью страницами в ПЗУ;

— систему распознавания видеопрограмм (Video Programm System — VPS);

— персональную систему отображения (Personal Display Sistem — PDS);

— программируемую память (On-Chip Programm Memory):

ROM — J=128 кбайт; I=256 кбайт;

Flash — E=128 кбайт; F=256 кбайт; G=512 кбайт.

Микросхемы выпускают в следующих корпусах (Packages): PSSDIP88-1 (маркировка — PY); PSSDIP88-2 (PZ — зеркальный); PMQFP144-2 (XM).

Обобщенная структурная схема семейства процессоров, включающая все перечисленные узлы, показана на **рис. 2**.

Таблица 1

телевизора и версии процессора

Advanced CRT												LCD								Emu
4862 4962	4963	4964	4966	4967	4968	4972	4973	4974	4976	4977	4978	4982	4983	4986	4987	4992	4993	4996	4997	49xy
+	+	–	+	+	–	+	+	–	+	+	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
–	+	–	–	+	–	–	+	–	–	+	–	–	+	–	+	–	+	–	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
–	–	–	+	+	+	–	–	–	+	+	+	–	–	+	+	–	–	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+
–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	+	+	+	+	+
IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG	IFG
PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	PY PZ XM	XM	XM	XM	XM	XM	XM	XM	XM	XM

На **рис. 3**,а представлена упрощенная схема включения процессоров в телевизоре с внешними группами входных разъемов DVD, AV1—AV3 и выходных разъемов Mon, а на рис. 3,б — с двумя разъемами SCART (AV1 и AV2) и одной группой входных разъемов AV3. Необходимо отметить, что группу разъемов AV3 используют только с процессорами в корпусах XM.

Каналы обработки сигналов ПЧ видео и звука (Video & Sound IF) выполнены на основе микросхем DRX396xA и включают в себя входные каскады ПЧ (IF Frontend) и процессор сигналов ПЧ (IF Processor), структурная схема которых отражена на **рис. 4**.

Каналы обработки сигналов ПЧ обладают следующими возможностями:

— квазистационарная (QSS) обработка сигналов ПЧ с одним простым фильтром на ПАВ;

— программирование ПЧ: 38,9 МГц (стандарты B/G, D/K, I, L, M/N в многостандартных вариантах); 45,75 МГц (стандарты M/N в вариантах США); 58,75 МГц (стандарты M/N в вариантах Японии); 38,0 МГц (стандарт D в вариантах Китая); 36,125 МГц (стандарты DVB-T и DVB-C); 32,9 МГц (стандарт L');

— цифровая обработка сигналов ПЧ для стандартов B/G, D/K, I, L/L', M/N;

тел. 208-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 2

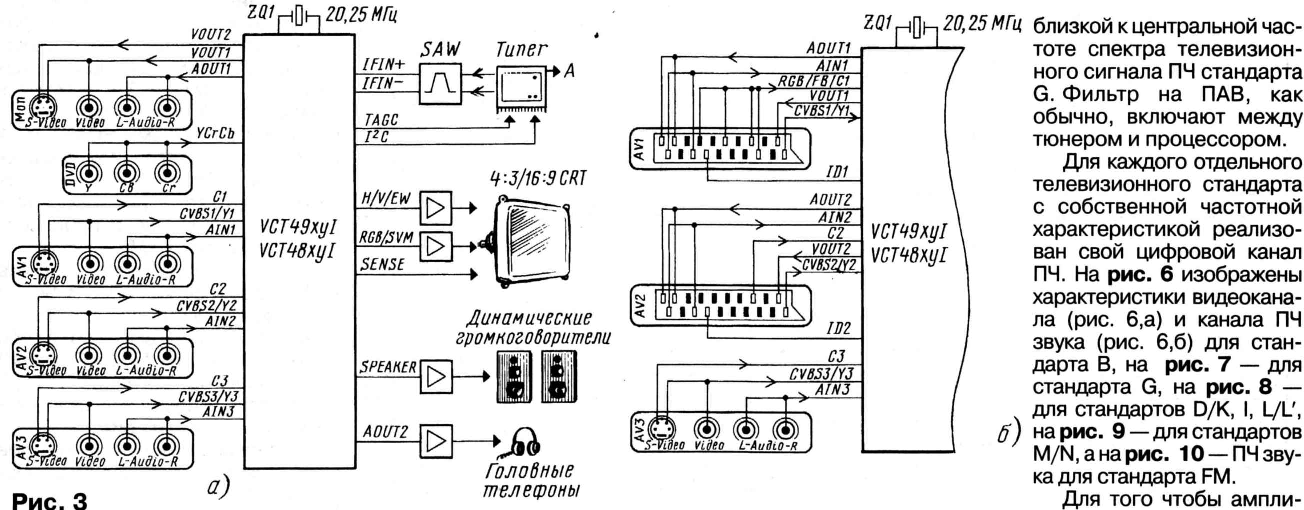


Рис. 3

— цифровое разделение видео- и звуковых сигналов;

— стандартное цифровое восстановление несущей изображения, не требующее фиксации и обеспечивающее кварцевую стабильность, точность, надежный захват и автоматическую подстройку частоты при модуляции 100 % и при перемодуляции (вплоть до 150 %);

— программируемая групповая задержка видеосигнала;

— оптимальная обработка видео- и звуковых сигналов во всем частотном диапазоне благодаря использованию алгоритма Найквиста для АПЧ;

— цифровая АРУ сигналов тюнера, видео- и ПЧ звука;

— оптимальное соотношение сигнал/шум для сигналов звука без квадратурных искажений;

— совместимость телевизионного тюнера с радиосигналом УКВ без дополнительных внешних компонентов.

Для предварительной фильтрации сигналов всех рассмотренных стандартов, т. е. для формирования АЧХ канала по **рис. 5**, использован один общий фильтр на ПАВ (обычно EPCOS — X6897D, X6874D, X6966M) с полосой пропускания 8 МГц и средней частотой 36,125 МГц, т. е. близкой к центральной частоте спектра телевизионного сигнала ПЧ стандарта G. Фильтр на ПАВ, как обычно, включают между тюнером и процессором.

Для каждого отдельного телевизионного стандарта с собственной частотной характеристикой реализован свой цифровой канал ПЧ. На **рис. 6** изображены характеристики видеоканала (рис. 6,а) и канала ПЧ звука (рис. 6,б) для стандарта B, на **рис. 7** — для стандарта G, на **рис. 8** — для стандартов D/K, I, L/L′, на **рис. 9** — для стандартов M/N, а на **рис. 10** — ПЧ звука для стандарта FM.

Для того чтобы амплитуда сигнала, подаваемого на смеситель (см. рис. 4), была достаточной, применен малошумящий усилитель, диапазон регулировки усиления которого равен 0...20 дБ. Тюнер телевизора должен иметь диапазон регулирования 35...40 дБ, что зависит от уровня принимаемого входного сигнала.

После смешения сигнала ПЧ с сигналом частоты тактового генератора возможен переход к цифровой обработке, для чего использован АЦП. Для получения необходимой ПЧ сигнала изображения имеется перестраиваемый генератор. Он служит также и для обработки радиосигналов УКВ. Тюнер в этом случае

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 208-83-05

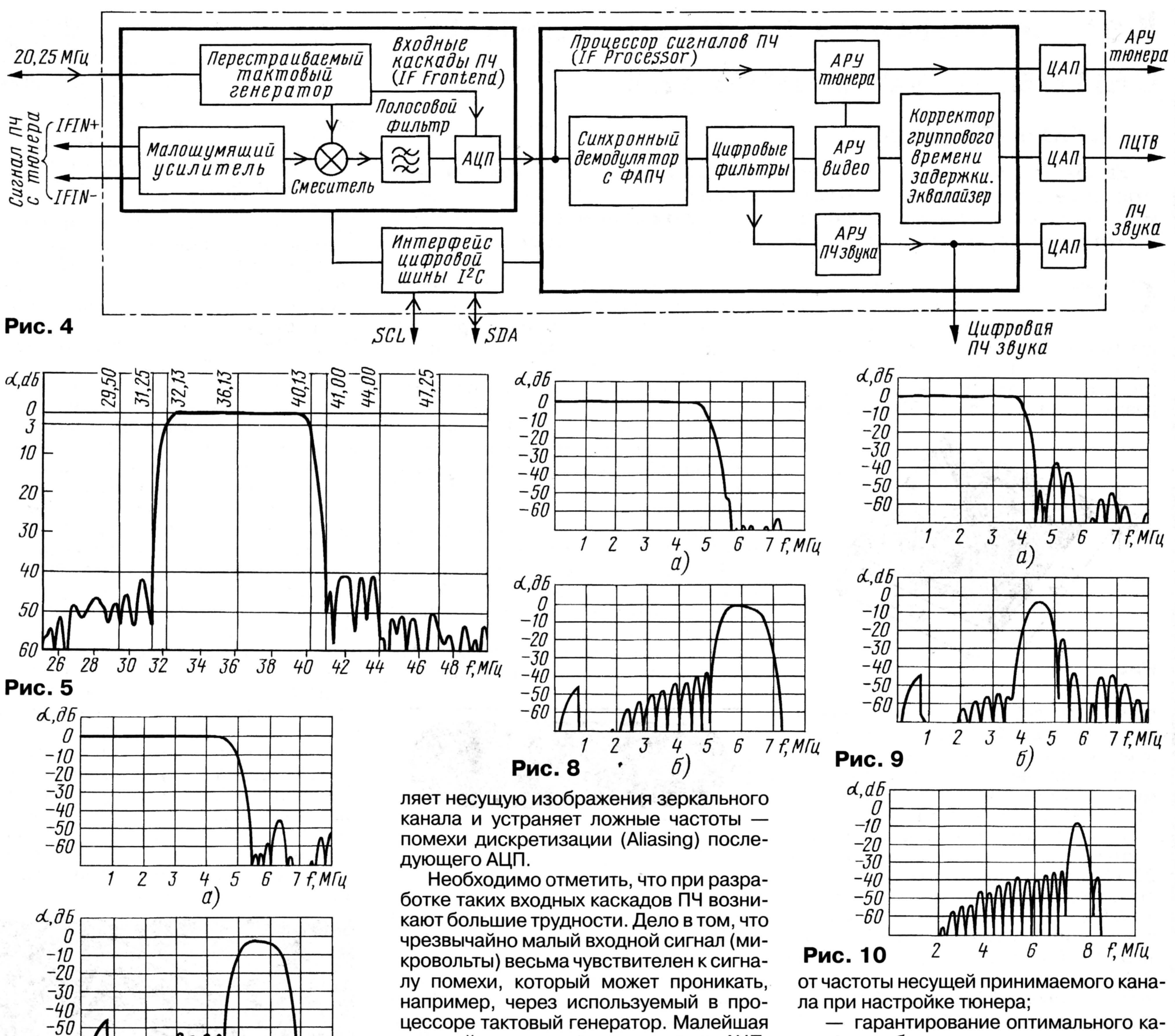


Рис. 4

Рис. 5

Рис. 8

Рис. 9

Рис. 10

Рис. 6

Рис. 7

предназначен исключительно для того, чтобы ввести эти сигналы в сигнал ПЧ.

После смесителя сигнал проходит через полосовой фильтр, который подавляет несущую изображения зеркального канала и устраняет ложные частоты — помехи дискретизации (Aliasing) последующего АЦП.

Необходимо отметить, что при разработке таких входных каскадов ПЧ возникают большие трудности. Дело в том, что чрезвычайно малый входной сигнал (микровольты) весьма чувствителен к сигналу помехи, который может проникать, например, через используемый в процессоре тактовый генератор. Малейшая нелинейность тракта, например в АЦП, тут же отрицательно проявляется как на изображении, так и в звуке.

После преобразования сигнала ПЧ в цифровую форму в процессоре сигналов ПЧ происходит синхронная демодуляция и разделение видео- и аудиосигналов. Используемая для сложного квадратичного преобразования несущая изображения позволяет получить цифровую ФАПЧ. При этом сигнал изображения остается в видеотракте, в то время как сигнал звука ПЧ перестраивается в аудиотракте в зависимости от принимаемого телевизионного стандарта от 4,5 до 7 МГц. Цифровой ФНЧ в видеотракте и цифровой ФВЧ в аудиотракте подавляют нежелательные компоненты сигналов. В зависимости от принимаемого стандарта соответствующие коэффициенты этих цифровых фильтров устанавливаются автоматически.

Применение демодуляции с ФАПЧ и упомянутых цифровых фильтров дает следующие преимущества:

— использование большого числа телевизионных стандартов, включая радиоприем УКВ;

— компенсацию без искажений изображения и звука больших отклонений от частоты несущей принимаемого канала при настройке тюнера;

— гарантирование оптимального качества изображения и звука во всем диапазоне ФАПЧ благодаря наличию автоматического спада частотной характеристики полосы пропускания (спаду Найквиста);

— отсутствие требования юстировки кварцевых резонаторов ПЧ фильтрации при изменении температуры и старении приемника.

Устройства АРУ тюнера, видео- и ПЧ звука обеспечивают оптимальное управление соответствующими ЦАП. Цифровой видеосигнал проходит еще корректор группового времени задержки, который компенсирует предыскажения передатчика соответствующего телевизионного стандарта. Этот корректор при необходимости индивидуально конфигурируется четырьмя коэффициентами.

В канале видеосигнала имеется также многополосный эквалайзер, позволяющий программно корректировать АЧХ.

Управление входными каскадами и процессором сигналов ПЧ обеспечивается по цифровой шине I²C через показанный на рис. 4 интерфейс.

(Продолжение следует)

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев

Карты памяти в современных бытовых устройствах

В. МЕРКУЛОВ, г. Москва

Удобные для записи, хранения и переноса информации миниатюрные устройства, называемые картами памяти, все больше и больше входят в нашу жизнь. Об их применении в различных бытовых аппаратах и рассказано в публикуемой здесь статье.

Современные карты памяти (КП) обладают емкостью (объемом памяти) в несколько гигабайт (ГБ). В мае прошлого года организация PRETEC объявила о создании карты емкостью 12 ГБ (**рис. 1**), а в декабре — о завершении разработки носителя с USB интерфейсом (Universal Serial Bus) и объемом памяти 8 ГБ (**рис. 2**) для популярных проводных соединений КП с вычислительными средствами. Попутно следует отметить, что компания PRETEC выпускает самую быструю в мире флэш-КП MMC 4.0 с примерно 150-кратной скоростью чтения (единичная — 22,5 МБ/с) и с более чем 120-кратной скоростью записи (единичная — 18 МБ/с). Планом работы компании предусмотрена разработка КП емкостью 16 ГБ. Еще одна корпорация SANDISK серийно выпускает "скоростные" КП объемом 8 ГБ (**рис. 3**).

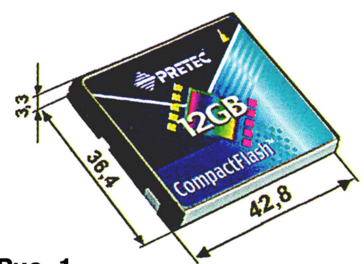


Рис. 1

Благодаря универсальности, малому энергопотреблению и высокой надежности КП нашли уже широкое применение в бытовой технике. Существуют уже целые ее направления, в которых носителем информации используют только КП, например, цифровые фотоаппараты [1,2], мобильные телефоны [2], диктофоны, носимые аудиоплейеры MP-3 (MPEG-1 Layer 3) и более прогрессивные плейеры WMA (Windows Media Audio), а также ряд других устройств. Персональные компьютеры, цифровые видеокамеры, игровые приставки, различные видео- и DVD/CD-плейеры/рекордеры совмещают применение КП с традиционными магнитными и оптическими носителями [2,3].

Более широкое внедрение таких носителей пока еще сдерживают цены. Однако технология производства совершенствуется, КП быстро дешевеют.

Видео в нагрудном кармане. О цифровых видеокамерах, использующих КП, уже было сообщено в [3, 4]. Японская компания RWC разработала более совершенный по техническим характеристикам многофункциональный миниатюрный цифровой медиаплейер (Portable Media Player — PMP) модели MobiDV-H10, по размерам (103×62×16 мм) не намного превышающий колоду игральных карт и весящий всего 87 г (**рис. 4**). Комбинированное цифровое устройство оборудовано матрицей объемом 4 млн пикселей (мегапикселя или Мпкс), объективом с углом обзора 230°, полисиликоновым TFT (Thin Film Transistor)-дисплеем с размером по диагонали 3,8 см (1,5″), транскодером PAL/NTSC, динамической головкой и микрофоном.

Велик круг обязанностей, выполняемых PMP. Он, например, может быть видеокамерой, записывающей видеофайлы в новом разработанном MICROSOFT прогрессивном формате ASF (Advanced Systems Format), использующем алгоритм сжатия двоичных данных WMV (Windows Media Video) с разрешением

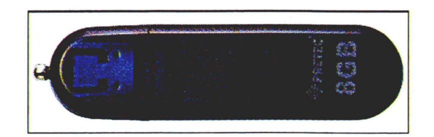


Рис. 2

VGA (640×480 пкс) и частотой кадров 25 кадр/с или QVGA (320×240 пкс) при 30 кадр/с. В другом инициированном в 1988 г. фирмой APPLE формате видеокомпрессии MPEG-4 (Moving Picture Experts Group) камера работает в пяти режимах: best (наилучший), fine (превосходный), normal (нормальный), basic (основной), economy (экономный). Возможен просмотр отснятых сюжетов, в том числе записанных другими видеорекордерами.

PMP может также служить цифровой фотокамерой с разрешением снимков 2304×1728 пкс, аудиоплейером MP3 и WMA-файлов, диктофоном.

Носителями для медиаустройства выбраны КП SD и MMC. Время записи на КП объемом 512 МБ в режиме normal равно 45 мин. Для расширения эксплуатационных возможностей плейера предусмотрено его соединение с персональным компьютером (ПК) через интерфейс USB. Питание обеспечивается от литий-ионного аккумулятора или через адаптер от электросети.

Универсальный камкордер со схожими техническими характеристиками более габаритный (70×37×90 мм) и массивный (136 г), но более дешевый выпускает фирма CREATIVE. Это — модель DVCAM 316 (**рис. 5**) с матрицей объемом 3,1 Мпкс. Цифровой комбайн систем PAL/NTSC производит видеосъемку, используя алгоритм сжатия MPEG-4 с разрешением VGA (90 мин) или QVGA (150 мин), фотографирование с разрешением от 2976×2232 (с интерполяцией) до 640×480 пкс в формате JPEG, запись и воспроизведение MP3/WAV-аудиофайлов. Он оборудован дисплеем TFT с экраном по диагонали 4 см (1,6″), микросхемой встроенной памяти на 16 МБ, слотом для внешней КП SD, соединителем USB, динамической головкой и микрофоном. Питание — четыре элемента AAA, которые обеспечивают 2/2,5 ч видео/аудиовоспроизведения.

Утонченная фотоаппаратура. Цифровой компактный (89×58×23 мм, 130 г) аппарат модели Exilim EX-Z57 (**рис. 6**) выпускается японским объединением CASIO на основе CCD (Charge Coupled Device) — прибора с зарядовой связью (ПЗС) объемом 5,3 Мпкс. Модель отличается большим размером дисплея — 6,9 см (2,7″) по диагонали, трехкратным оптическим и четырехкратным цифровым увеличением (ZOOM), 23-мя режимами съемки с разрешением, переключаемым в пределах от 2560×1920 до 640×480 пкс, возможностью вести съемку на расстоянии с 6 см. Предусмотрена видеозапись кадров с разрешением QVGA. Формат представления фото и видеоизображений — JPEG. Аппарат оборудован микрофоном для записи речевых сигналов, интерфейсом USB для связи с компьютером, видеовыходом PAL для подключения к телевизору. Объем встроенной памяти — 9,3 МБ, внешняя память обеспечивается КП SD и MMC.

Помимо применения в быту, устройство функционально удобно специалистам и радиолюбителям для фотосъемки элементов радиоаппаратуры, лабораторных и выставочных конструкций, пересъемки иллюстраций, схем и документации, а также запоминания большого числа страниц текста.



Рис. 3

Фирма CASIO выпускает еще один схожий по техническим характеристикам и внешнему виду, но более дорогой компактный фотоаппарат модели EX-Z750 с эффективным разрешением 7,2 Мпкс, отличающийся дополнительными расширенными возможностями по видеосъемке. Серийный выпуск похожих фотокамер наладили и другие известные фирмы. Например, SONY — модель DSC-T11.

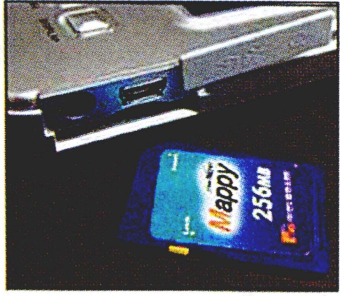
Музыкой полна голова. Многие фирмы выпускают сотни моделей миниатюрных аудиоплейеров различных размеров. Среди них пользователи от-

ВИДЕОТЕХНИКА
Прием статей: mail@radio.ru тел. 208-83-05
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2005



Рис. 4





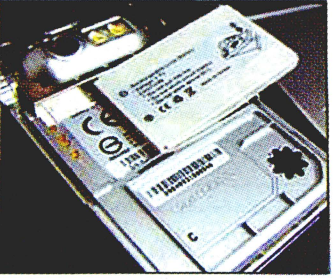




Рис. 5

дают предпочтение универсальным приборам, т. е. реализующим несколько функций.

Аудиоплейер Creative MuVo TX FM представляет собой цифровое миниатюрное устройство (**рис. 7**) массой 32 г (без батареи питания) с большим числом исполняемых функций. Носителем использована встроенная КП объемом 1 ГБ. Аппарат может служить стереофоническим плейером/рекордером файлов форматов MP3 и WMA длительностью 16 и 32 ч соответственно, радиоприемником диапазонов УКВ с возможностью записи принимаемых передач, диктофоном, записывающим 64 ч речевых сигналов с собственного микрофона.

Для прослушивания записей в устройстве применены стереофонические телефоны. Тембр регулируется четырехступенчатым эквалайзером (классика, джаз, поп, рок). Вызов требуемой мелодии из памяти, индикации сопроводительных текстов и других регулировок обеспечивается вращающейся цилиндрической ручкой управления Scroll. Для соединения с ПК и Интернетом (Streamium — потоковым радио) аппарат оснащен широкополосным интерфейсом USB 2.0, благодаря которому, помимо звуковой информации, в память устройства дополнительно можно поместить цифровые фото, иллюстрации, печатные страницы.

Диапазон рабочих звуковых частот аппарата — от 20 до 20000 Гц; отношение сигнал/шум — более 90 дБ, гармонические искажения не превышают 0,05 %. Питание — от одного элемента AAA, обеспечивающего 15 ч непрерывной работы.

В модельном ряду CREATIVE имеются еще десятки однотипных аудиоплейеров, отличающихся емкостью памяти (начиная от 32 МБ) и в основном наличием или отсутствием радиоприемника.

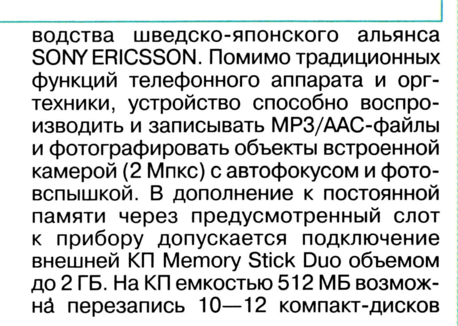
Мобильные телефонные комбайны. Среди большой номенклатуры предлагаемых средств мобильной связи и звуковоспроизведения повышенным вниманием пользуются цифровые многоцелевые комбинированные аппараты [2], совмещающие в одном корпусе электронику основного назначения с фототехникой, звуковым плейером, хранением иллюстративных и текстовых материалов и др.

К указанным аппаратам относится новейший универсальный прибор W800 Walkman (**рис. 8**) разработки и производства шведско-японского альянса SONY ERICSSON. Помимо традиционных функций телефонного аппарата и оргтехники, устройство способно воспроизводить и записывать MP3/AAC-файлы и фотографировать объекты встроенной камерой (2 Мпкс) с автофокусом и фотовспышкой. В дополнение к постоянной памяти через предусмотренный слот к прибору допускается подключение внешней КП Memory Stick Duo объемом до 2 ГБ. На КП емкостью 512 МБ возможна перезапись 10—12 компакт-дисков





Рис. 6



тел. 208-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru


Рис. 7


Рис. 8

(примерно 150 мелодий). При выключенном телефоне аккумулятор обеспечивает воспроизведение в течение 30 ч. Для связи с периферийной техникой устройство оборудовано Bluetooth-интерфейсом. Масса — менее 100 г.

Объединением также разработан и подготовлен к серийному выпуску прибор K750, приближенный по техническим характеристикам к модели W800, но дополненный радиоприемником УКВ (**рис. 9**). Оба аппарата беспроводным путем могут ретранслировать медиаинформацию, например, на телевизор или музыкальный центр. Посредником в передаче выступает фирменный отдельный Bluetooth-адаптер MMV-200, соединяемый проводами с нужной техникой. Предусмотрено, при необходимости, параллельное взаимодействие с адаптером нескольких мобильных аппаратов.

Следует заметить, что современные мобильные телефоны, помимо приема и, если необходимо, записи музыкальной информации по апробированным каналам связи (ПК, эфирное радио), имеют дополнительную возможность простого получения ее по линиям Интернета благодаря беспроводным технологиям пакетной передачи данных GPRS (General Packet Radio Service) или EDGE (Enhanced Data GSM Environment). Такую услугу, например, уже предоставляет английская звукозаписывающая компания EMI (Electric and Muscial Industries).

Персональные цифровые помощники. Малые габариты современных КП позволяют встраивать их даже в авторучку.

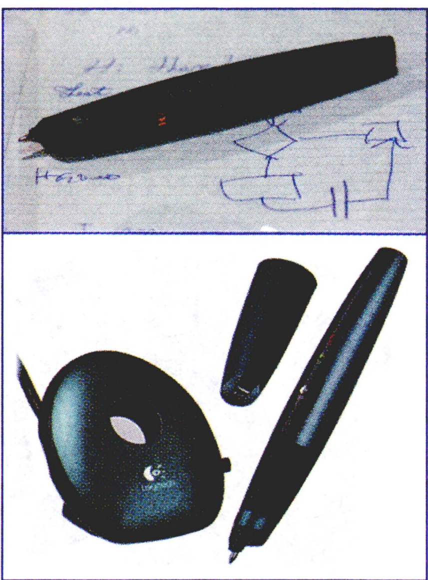
Пишущий прибор модели PK112, совмещенный с диктофоном и, если необходимо, преобразующийся в музыкальный аудиоплейер (**рис. 10**), выпускает небольшая фирма ENDOACUSTICA. Звукозапись поступающих сигналов и воспроизведение их возможны на протяжении 35 мин на нормальной скорости и 70 мин на пониженной. Предусмотрена запись 99 отдельных кратких сообщений. LCD-дисплей и светодиодный индикатор применены для контроля процессов звукопередачи. Стирание звукового содержания может быть


Рис. 9

и полностью, и выборочно. Для подключения к ПК и внешним источникам аудиоинформации имеются специальные соединители. Диктофон автоматически выключается при перерывах в пользовании. Питание — от одного элемента AAA.

Другой персональный комбинированный пишущий прибор модели io2 (**рис. 11**) фирмы LOGITECH в дополнение к основной функции позволяет запоминать написанное в рукописном текстовом или графическом виде. Фиксируемые в памяти материалы в последующем могут быть переданы в ПК для хранения или обработки. Функцию устройства слежения с разрешением 300 точек на дюйм выполняет миниатюрная камера, смонтированная на конце ручки. Фактически "зрячий" пишущий прибор в значительной мере подменяет собою планшетный компьютер, особенно если предназначенный для работы с ним ПК работает по программе распознавания рукописных образов и преобразования их в печатные символы.


Рис. 10


Рис. 11

Очевидно, что первый из представленных приборов пригодится больше офисным работникам, участвующим в совещаниях, переговорах и др., второй более подходит специалистам и радиолюбителям, много пишущим и рисующим схемы, не всегда располагающим возможностями для своевременного архивирования творческих материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Меркулов В.** CES-2004 в Лас-Вегасе. — Радио, 2004, № 7, с. 7—9.
2. **Меркулов В.** CEBIT-2004 в Ганновере. — Радио, 2004, № 10, с. 6, 7; № 11, с. 6, 7.
3. **Меркулов В.** Выставка IFA-2003 в Берлине. — Радио, 2004, № 4, с. 8, 9; № 5, с. 6, 7.
4. **Меркулов В.** Лас-Вегас-2003. — Радио, 2003, № 6, с. 34—36.

Редактор — А. Михайлов, иллюстрации — автора

Простая АС для компьютера

И. КОРОТКОВ, п. Буча Киевской обл., Украина

Несложная конструкция активной двухполосной акустической системы с корпусами из пластмассы пригодна для работы со звуковой картой компьютера. Усилительная часть устройства с электронной регулировкой тембра выполнена на микросхемах и дополнена светодиодными индикаторами перегрузки при превышении номинального уровня мощности.

Многие радиолюбители, имеющие компьютер, предпочитают самостоятельно изготовить к нему активную акустическую систему. В различных журналах встречались схемы усилителей для компьютерных АС, я тоже предлагаю свой вариант изготовления подобной конструкции — относительно дешевой и простой в изготовлении АС, обеспечивающей приемлемое качество звучания.

Принципиальная схема усилителя изображена на **рис. 1**.

Основные технические характеристики

Номинальная выходная мощность, Вт 5
Коэффициент гармоник (при Р =1 Вт), % 0,2
Глубина регулировки тембра, дБ . . . .–18...+14
Номинальное входное напряжение, мВ 250
Уровень собственных шумов, мкВ 80
Потребляемый ток в режиме покоя, мА, не более 90

Активный регулятор тембра выполнен на микросхеме DA2. Она питается стабилизированным напряжением от интегрального стабилизатора DA1. Подстроечными резисторами R7, R8 выполняют соответственно регулировки баланса и тембра на низких частотах. Выходные сигналы с микросхемы DA2 через подстроечные резисторы R9, R10 поступают к усилителю мощности на микросхеме DA4 (TDA2007). Коэффициент усиления УМЗЧ можно изменить соответствующим выбором сопротивления резисторов R22, R23.

С выходов обоих каналов усилителя мощности сигналы поступают на узел индикации перегрузки, в котором диоды VD1, VD2 выполняют функцию простейшего детектора сигнала. На двух ОУ микросхемы DA3 выполнены компараторы напряжения, соответствующего уровню максимальной неискаженной мощности. Образцовое напряжение на компараторы поступает с подстроечного резистора R13, которым устанавливают необходимый уровень зажигания светодиодов HL1, HL2.

Питается усилитель от нестабилизированного источника напряжением 15...18 В. Сетевой блок питания лучше выполнить в отдельном корпусе, чтобы избежать наводок. Его можно также разместить в свободном корпусе второго громкоговорителя. Блок питания выполняют по традиционной схеме с трансформатором и диодным мостом. Сетевой трансформатор может быть любым мощностью не менее 12...15 Вт.

Усилитель для АС собирают на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита. Чертеж печатной платы приведен на **рис. 2**. Печатная плата выполнена с применением элементов поверхностного монтажа, которые припаивают со стороны дорожек. На плате расположены все элементы усилителя, кроме регулирующих резисторов RP1, RP2, светодиодов HL1, HL2 и конденсаторов C26, C27. Эти конденсаторы, выполняющие роль простейшего фильтра ВЧ, припаивают непосредственно к выводам высокочастотной головки. Микросхему DA4 устанавливают с теплоотводом, размеры которого соответствуют изображенному на рисунке расположения элементов на печатной плате, высота теплоотвода — 40 мм. Его фиксируют на печатной плате двумя винтами М3.

В устройстве в основном применены резисторы типоразмера 1206 для поверхностного монтажа (например, Р1-12), резисторы R24, R25 — МЛТ-0,25. Подстроечные резисторы — СП3-19А. Их можно заменить на резисторы СП5-16В (группы В), СП5-16В (группы А). Все керамические конденсаторы — безвыводные типоразмера 1206. Оксидные конденсаторы — К50-35 или аналогичные на напряжение 16 или 25 В. Микросхему DA1 KA2107 (фирма Samsung) можно заменить на AN5836, полный аналог KA2107. Вместо LM358AP (DA3) допустимо использовать другие микросхемы сдвоенных ОУ, например, CA3240E или аналогичную. Переменные резисторы RP1, RP2 — например, СП4-1, СП3-4. Светодиоды HL1, HL2 — для замены пригодны любые другие красного цвета свечения.

На печатной плате изображены четыре безвыводных резистора R0, которые выполняют роль перемычек и имеют "нулевое" сопротивление.

На фото **рис. 3** показан внешний вид громкоговорителей. Для изготовления их корпусов использованы две пластмассовые коробки-аптечки. Такие аптечки достаточно широко распространены, и найти их не представляет большого труда. В коробках без

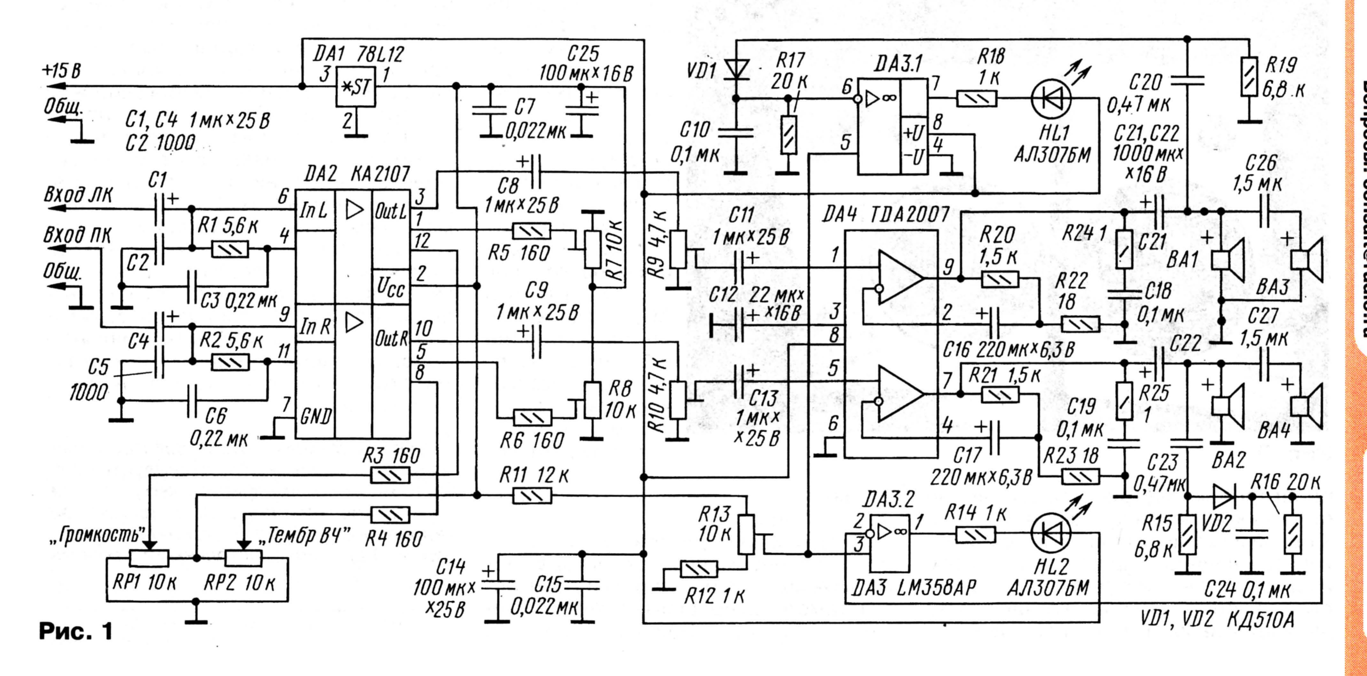


Рис. 1

ЗВУКОТЕХНИКА
тел. 208-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 2


Рис. 3

перегородок внутри корпуса нужно сточить крепления крышек и защелку. К одной из крышек (той, на которой находится надпись) приклеивают клеем на дихлорэтане лист пластмассы и обрезают по размерам крышки. Эта двойная стенка и будет передней панелью, на которой располагают динамические головки. Под них следует прорезать отверстия соответствующего диаметра. Для низкочастотной головки нужно приобрести декоративную накладную сетку (такие сетки имеются в продаже, их используют для защиты диффузоров головок автомобильной АС) и закрепить ее на передней панели. В отверстие для высокочастотной головки можно выточить пластмассовую вставку и вклеить ее в отверстие, это улучшит внешний вид.

В одном из корпусов нужно закрепить два переменных резистора, используемых для регулировки громкости и тембра по высоким частотам. Заднюю и переднюю половины корпусов АС скрепляют между собой с помощью четырех дюралюминиевых стоек с нарезанной в торцах резьбой. Светодиоды HL1, HL2 выполняют роль индикатора перегрузки. Их вклеивают в специально просверленные для них отверстия в корпусе АС.

Регуляторы баланса и тембра низких частот на переднюю панель громкоговорителя не выведены, хотя описываемое устройство позволяет использовать эти регулировки. Так как АС используется с компьютером, то в этих регулировках нет необходимости, потому что их возможно производить программно на компьютере. Тем не менее при желании регуляторы баланса и нижних частот можно также вывести на переднюю панель.

В качестве излучателя НЧ—СЧ (ВА1, ВА2) в громкоговорителях АС используют головку 5ГДШ-5 диаметром 125 мм, а в качестве "пищалки" ВЧ (ВА3, ВА4) — головку 1ГД-56 или любую другую высокочастотную мощностью 0,5—1 Вт подходящих размеров.

Внутри одного из корпусов АС (в том, где расположены регуляторы громкости и тембра) закрепляют печатную плату с усилителем. На задней крышке этого корпуса устанавливают разъемы для подачи питания и сигнального кабеля от компьютера. Также соединяют оба громкоговорителя между собой четырехпроводным кабелем. Такой кабель необходим потому, что помимо передачи сигнала на головки нужно еще подать напряжение на светодиод, индицирующий перегрузку. Для придания АС эстетичного вида корпусы следует покрасить.

При необходимости внешней регулировки баланса и низких частот вместо подстроечных резисторов R7, R8 можно использовать переменные, дополнительно установленные на переднюю панель корпуса громкоговорителя.

Правильно собранный из исправных деталей усилитель почти не требует налаживания. При проверке работоспособности на него подают сигнал со звуковой карты компьютера, при этом резистор регулировки баланса R7 и резисторы регулировки тембра RP2, R8 устанавливают в среднее положение, регулятор громкости устанавливают в максимальное положение и подстроечными резисторами R9, R10 устанавливают максимальную неискаженную громкость в громкоговорителях. Затем настраивают порог срабатывания индикаторов перегрузки подстроечным резистором R13, добиваясь зажигания светодиодов при максимальном неискаженном уровне громкости. На этом установочные регулировки закончены.

***От редакции**. При изготовлении громкоговорителей рекомендуем принять меры по демпфированию дребезга стенок корпусов проклейкой их изнутри вибропоглощающим материалом и усилить корпус дополнительными ребрами жесткости.*

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев, иллюстрация — автора

Регулировка канала записи магнитофона современными средствами

Компьютер и проигрыватель компакт-дисков как генераторы испытательных сигналов

С. ПЕРМЯКОВ, г. Сергиев Посад Московской обл.

Тест ТРС4 предназначен для тех же целей ,что и ТРС3, но полоса проверяемых частот расширена до 14 кГц. Тест изготавливают на основе теста ТРС3 путем добавления в конец серии посылки частотой 14 кГц и длительностью 10 мс.

Тест ТРС5 — это тест ТРС4 с добавлением в серию посылки частотой 16 кГц.

Тест ТРС6 изготавливают из теста ТРС5 в режиме **Edit→Cut** уменьшением длительности тональных посылок до 0,008 с, начиная с частоты 2 кГц, и добавлением в конец серии посылки частотой 18 кГц и длительностью 8 мс.

Тест ТРС7 подобен тесту ТРС6, но в конец серии введена посылка частотой 20 кГц и длительностью 8 мс.

Следующие тесты ТРС8—ТРС12 изготовлены соответственно из тестов ТРС3—ТРС7 путем снижения уровня (**Effects→Amplitude→Normalize→ To −12 dB**) до −12 дБ, а тесты ТРС13—ТРС17 — соответственно до −23 дБ. Тесты ТРС13—ТРС17 предназначены для регулировки частотной характеристики на малом сигнале каналов записи магнитофонов (стандартный уровень) с верхней рабочей частотой 12,5; 14; 16; 18 и 20 кГц соответственно.

Тест ТРС18 предназначен для проверки частотной характеристики в области низких частот.

Сигналограмма теста состоит из тональных посылок следующих частот: 400, 200, 150, 100, 80, 63, 40, 31 Гц продолжительностью по 0,5 с каждая. Посылки разделены паузами по 0,1 с; уровень записи теста — −3 дБ.

Тест ТРС19 используют для установки тока подмагничивания, он содержит следующие друг за другом две тональные посылки с частотами 2000 и 400 Гц длительностью 40 мс и паузу в конце теста длительностью 20 мс. Уровень записи теста — −3 дБ. Сигналограмма теста показана на **рис. 3**.

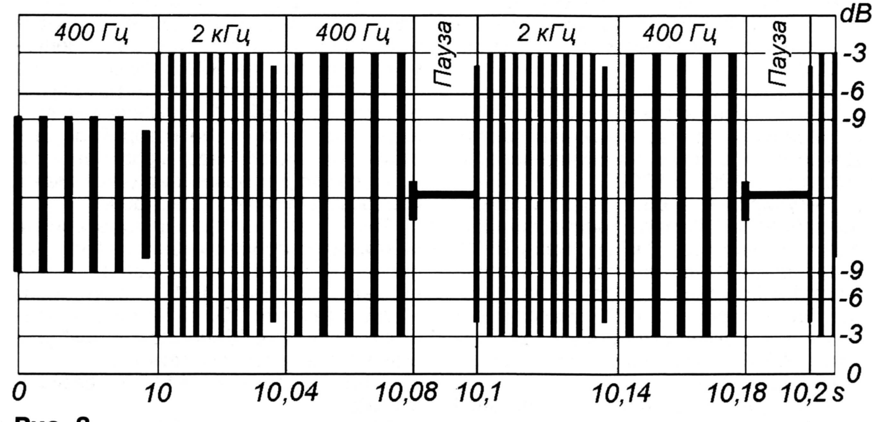


Рис. 3

Тест ТРС20 также предназначен для установки тока подмагничивания, содержит серию частотных посылок 2000, 400, 400, 10000 Гц и паузу. Продолжительность посылок 0,025 с, паузы — 0,01 с. Уровень записи первых двух посылок равен −3 дБ, остальных — −15 дБ.

Тест ТРС21 — белый шум. Предназначен для проверки индикаторов уровня записи магнитофонов, систем шумопонижения и динамического подмагничивания. Тест также позволяет оценить искажения спектра сигнала в канале записи/воспроизведения, записывается в режиме:

Generate→Noise→White, Independent Channels;
Intensity = 40;
Duration = 5 sec,
затем снижают до уровня −3 дБ.

Тест ТРС22 — скользящий тон 400...20000 Гц длительностью 0,12 с плюс пауза длительностью 10 мс. Запись посылки скользящего тона производится в режиме:

Initial setting, Base Frequency(0) — 400 Hz;
Final setting, Base Frequency(0) — 20000 Hz;
Flavor Characteristic — 1;
Frequency Component 0x1 — 1, остальные — **0**;
DB Volume — −23 для L и R;
General→Flavor — Sine;
Duration — 0.12 sec;
Остальное — **0**.

Тест позволяет наблюдать АЧХ сквозного канала магнитофона при непрерывном изменении частоты сигнала и более точно согласовывать характеристики левого и правого каналов.

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2000, № 9

Проверка и регулировка магнитофона

Изготовив испытательные тесты и записав их на жестком диске, можно приступать к проверке или регулировке канала записи магнитофона. Допустим, предстоит настроить канал записи стереофонического магнитофона с полосой записываемых частот 63...14000 Гц при неравномерности АЧХ 3 дБ после замены магнитной головки. Перед началом настройки следует проверить и отрегулировать каналы воспроизведения с помощью измерительной ленты. Если такой ленты нет, то можно с ущербом для точности регулировки самостоятельно изготовить подобие измерительной ленты, используя для этой цели аппарат более высокого, чем испытуемый, качества. В нашем случае подойдет магнитофон с полосой не уже 40...16000 Гц и неравномерностью АЧХ не более 3 дБ. Самодельную измерительную ленту следует записывать на тот же тип магнитной ленты, на котором будет проводиться настройка магнитофона. Измерительная лента должна содержать записи тестов ТРС1, ТРС5, ТРС10, ТРС15, ТРС18, ТРС21, ТРС22. Уровень записи устанавливают равным максимальному по тесту ТРС1. Затем запись с тестами воспроизводят, оцифровывают и записывают в WAV файлы, которые в дальнейшем будут служить эталонами характеристик испытуемого магнитофона. Здесь уместно еще раз сделать замечание по поводу строгого контроля в процессе работы за уровнем сигнала на входе программы—редактора, максимальное значение его ни в коем случае не должно превышать уровень **Record Level=−3 dB**, но находиться как можно ближе к этому значению. Регулировку уровня следует производить из окна **"Запись Звука"** операционной системы.

При регулировке канала записи в первую очередь производят установку тока подмагничивания. Для этого сначала по индикатору уровня записи испытуемого магнитофона устанавливают максимальный уровень в обоих каналах, запустив из программы—редактора тест ТРС2 в режиме непрерывного воспроизведения. Разбив сектор поворота регулятора тока подмагничивания на 10—12 равных частей (ступенек), устанавливают регулятор в положение минимального тока. Затем на протяжении 2...5 с записывают сигналограмму теста ТРС19, воспроизведя ее программой—редактором в непрерывном режиме. После чего, остановив воспроизведение теста программой—редактором, увеличивают ток подмагничивания на одну ступеньку, повернув регулятор на отмеченный ранее угол. Вновь производят запись сигнала теста на испытуемом магнитофоне и так до достижения максимального значения тока подмагничивания. Получившиеся 10—12 записей с разными токами подмагничивания последовательно оцифровывают программой—редактором в режиме **Sample Rate = 88200** с уровнем

тел. 208-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Record Level равным –3 дБ, установленным по записи с самой большой амплитудой. Во избежание чрезмерного расхода памяти ПК время оцифровки одного фрагмента магнитной записи не следует делать более 0,5 с. Между фрагментами достаточно вставлять паузы длительностью около 50 мс.

Критерием правильной установки тока подмагничивания при этом методе регулировки является получение максимально протяженного линейного участка амплитудной характеристики на частотах теста, поэтому просматривая рабочий файл, отыскивают записи с максимальным неискаженным сигналом обеих частот. Здесь возможны следующие варианты:

— максимальный неискаженный сигнал обеих частот получен для одного и того же тока подмагничивания;

— максимальный неискаженный сигнал хотя бы одной из частот получен в крайнем положении регулятора тока подмагничивания;

— максимальный неискаженный сигнал хотя бы одной из частот не наблюдается на протяжении всей сигналограммы;

— максимальный неискаженный сигнал обеих частот получен для разных токов подмагничивания.

В первом случае установку тока подмагничивания можно считать законченной и установить регулятор тока подмагничивания в положение, соответствующее найденной записи. Во втором случае следует расширить интервал изменения тока подмагничивания, доработав или устранив неисправность в испытуемом аппарате. В третьем случае причиной неудачи может оказаться завышенный уровень записи либо, как и во втором, недостаточный интервал изменения тока подмагничивания. Поэтому, в первую очередь, следует повторить регулировку, уменьшив уровень записи на 3 дБ. В четвертом случае следует установить значение тока подмагничивания, найденное для частоты 400 Гц, и запомнить положение регулятора тока подмагничивания для частоты 2000 Гц.

Следующий этап регулировки — проверка частотной характеристики канала записи. Перед началом проверки следует воспользоваться тестом TPC1, по которому установить номинальный уровень (ток) записи в обоих каналах. Затем по вышеприведенной методике записать и воспроизвести на магнитофоне тест TPC14 соответственно с оцифровкой его программой—редактором на протяжении 2...5 с. Просматривая результат оцифровки, при необходимости откорректировать частотную характеристику усилителя записи в области ВЧ, добиваясь на пробных записях максимальной линейности. На частотах более 8 кГц не следует увеличивать подъем АЧХ свыше следующих значений: 10 кГц — +10 дБ, 12,5 кГц — +13 дБ, 14 кГц — +16 дБ, 16 кГц — +18 дБ, 18 кГц — +20 дБ, так как это сужает динамический диапазон канала записи на высоких частотах.

Если при установленном максимальном подъеме в области ВЧ не удается получить линейную (в пределах спада не более 3 дБ) частотную характеристику, то следует уменьшить ток подмагничивания примерно на 5 % и вновь произвести регулировку. Если и в этом случае не удастся добиться желаемого результата, то скорее всего причина в низком качестве (либо износе) магнитной головки или используемой ленты. Разобраться в причинах неудачи поможет тест TPC20, сигналограмма которого при установке тока подмагничивания показывает изменение уровня записи частоты 10 кГц относительно частоты 400 Гц.

Примечание. Если при регулировке был получен четвертый вариант и ток подмагничивания установлен по максимуму частоты 400 Гц, уменьшать его следует только до величины тока подмагничивания, отмеченного для частоты 2000 Гц, значение которого рекомендовалось запомнить.

Отрегулировав канал записи в области ВЧ, приступают к проверке низкочастотной части, для этого используют тест TPC18. Запись теста производят с максимальным уровнем. По оцифрованной сигналограмме воспроизведенного с магнитофона теста определяют неравномерность АЧХ в НЧ области и, при необходимости, корректируют. Особое внимание уделяют искажениям формы сигнала на низшей частоте диапазона, в нашем случае — 63 Гц. Заметные глазу искажения, сигнал, по форме близкий к треугольному, чаще всего свидетельствуют о недостаточной величине тока подмагничивания. В таком случае необходимо увеличить ток подмагничивания примерно на 5...15 %, убедиться в действенности изменения и затем повторить операции настройки канала записи на ВЧ.

Практически при использовании современных магнитных головок и лент установка тока подмагничивания происходит уже при первом прогоне теста TPC19.

Следующий этап регулировки — проверка динамического диапазона канала записи в области высоких частот. Для этой цели в нашем случае используют тесты TPC3 и TPC8.

Регулировку можно считать законченной, если АЧХ магнитофона линейна вплоть до частоты 10 кГц по тесту TPC3, а рассогласование каналов не превышает 1 дБ во всем частотном диапазоне. При проверке по TPC8 аналогичный результат должен быть получен до частоты 12,5 кГц. В крайнем случае допустим спад до 2 дБ.

Последним этапом регулировки можно считать установку номинального уровня записи в каналах по тесту TPC21 (белый шум) или TPC1.

Формирование и запись тестов на компакт-диск

Следует отметить, что возможности формирования тестовых сигналов с помощью программы—редактора весьма широки. В статье не рассмотрены тесты, изготовленные с использованием устройств или программ фильтрации, тесты из несинусоидальных сигналов, из непериодических сигналов, тесты из амплитудно-модулированных сигналов, которые читатель без труда может изготовить сам, опираясь на вышеприведенные примеры. В простейшем случае ПК можно использовать как генератор сигналов НЧ, а если изготовить циклические тесты и записать их на компакт-диск (КД), то в качестве источника сигналов может выступить обычный проигрыватель компакт-дисков, в котором частота дискретизации равна 44,2 кГц. На **рис. 4** приведена схема соединения аппаратуры для проверки и регулировки канала записи магнитофона с использованием ПКД. Для наблюдения сигналов используется обычный осциллограф с полосой пропускания более 1 МГц. Метод прекрасно подходит для регулировки магнитофонов музыкальных центров, имеющих в своем составе ПКД.

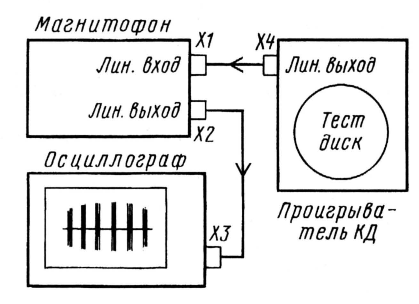


Рис. 4

В этом варианте методика проведения регулировки/проверки канала записи магнитофона сочетает в себе специфические приемы, порожденные использованием тестовых сигналов, и частично изложена выше, а также классические методы, многократно и подробно описанные в литературе. Специфика регулировки или проверки легко просматривается в процессе изготовления тестов. Как и в предыдущем варианте, каждый тест записывают в свой файл, именуемый, допустим, как TCDN, где N — номер теста. Все тестовые сигналограммы перечислены в **табл. 2**. Циклические сигналы имеют паузу, по которой осуществляется синхронизация развертки осциллографа для получения устойчивого изображения сигнала на экране.

Тест TCD1 — проверка/установка максимального уровня записи (тока записи), он представляет собой запись сигнала частотой 400 Гц с уровнем –3 дБ в течение 100 с. Для изготовления теста в окне "Generate→Tones" указывают следующие параметры:

Sample Rate = 44100, Stereo, 16 bit;

Initial setting, Base Frequency(0) — 400 Hz;

Final setting, Base Frequency(0) — 400 Hz;

Flavor Characteristic — 1;

Frequency Component 0x1 — 1, остальные — **0**;

DB Volume — –3 для L и R;

General→Flavor — Sine;

Duration — 100 sec;

Остальное — **0**.

Тест TCD2 — проверка/установка уровня записи и тока подмагничивания на частотах 400 и 2000 Гц. Сигналограмма теста вначале (**рис. 5**) содержит тональный сигнал 400 Гц на протяжении 10 с, записанный с уровнем –9 дБ и предназначенный для установки уровня записи перед проведением

Таблица 2

Тест	Частоты теста, Гц, кГц	Уровень записи, дБ	Назначение теста
TCD1	400 Гц	–3	Проверка/установка максимального уровня записи (тока записи)
TCD2	400 Гц 2000; 400 Гц	–9 –3	Установка тока подмагничивания
TCD3	400 Гц 400 Гц; 1; 2; 4; 6,3; 8; 10; 12,5 кГц	–3 –9	Проверка перегрузочной способности КЗ* на ВЧ при уровне –6 дБ
TCD4	400 Гц 400 Гц; 1; 2; 4; 6,3; 8; 10; 12,5; 14 кГц	–3 –9	То же
TCD5	400 Гц 400 Гц; 1; 2; 4; 6,3; 8; 10; 12,5; 14; 16 кГц	–3 –9	То же
TCD6	400 Гц 400 Гц; 1; 2; 4; 6,3; 8; 10; 12,5; 14; 16; 18 кГц	–3 –9	То же
TCD7	400 Гц 400 Гц; 1; 2; 4; 6,3; 8; 10; 12,5; 14; 16; 18; 20 кГц	–3 –9	То же
TCD 8—TCD12	То же, что и TPC3—TPC7 соответственно	–3 –12	Проверка перегрузочной способности канала записи на ВЧ при уровне –9 дБ
TCD13—TCD17	То же, что и TPC3—TPC7 соответственно	–3 –23	Проверка перегрузочной способности КЗ на ВЧ при уровне –20 дБ (стандарт)
TCD18	400, 200, 150, 100, 80, 63, 40, 31, 400 Гц	–3	Проверка АЧХ на низких частотах
TCD19	400 Гц 2000, 400 Гц 400, 10000 Гц	–9 –3 –15	Установка тока подмагничивания с проверкой на частоте 10 кГц
TCD20	Белый шум	–3	Проверка указателей уровня записи
TCD21	400 Гц, скользящий тон 400…20000 Гц	–3 –3	Проверка АЧХ ПКД
TCD22	400 Гц, скользящий тон 400…20000 Гц	–3 –23	Проверка АЧХ на малом сигнале –20 дБ (стандарт)
TCD23	400; 20; 31; 50; 63; 80; 100; 150; 250; 400 Гц, 1; 2; 4; 6,3; 8; 10; 12,5; 14; 16; 18; 20 кГц	–3	Проверка качества ПКД

* КЗ — канал записи магнитофона.

регулировки тока подмагничивания (образцовый уровень). Затем в сигналограмме теста с промежутками в 5 с следуют 10-секундные пачки, состоящие из пары тональных импульсов длительностью по 40 мс каждая, частотой 2000 и 400 Гц с синхропаузой длительностью 20 мс, разделяющей эти пары. При регулировке тока подмагничивания в течение пятисекундной паузы теста предполагается произвести изменение (как правило, в сторону увеличения на $^1/_{12}...^1/_{10}$ угла поворота регулятора) тока подмагничивания. Общее число 10-секундных пачек должно быть равно числу градаций тока подмагничивания, в нашем случае их 12. Синхропауза необходима для получения устойчивого изображения сигналограммы теста на экране осциллографа. Запись теста начинают в режиме:

Generate→Tones→ Sample Rate = = 44100, Stereo, 16 bit;
Initial setting, Base Frequency(0) — 400 Hz;
Final setting, Base Frequency(0) — 400 Hz;
Flavor Characteristic — 1;
Frequency Component 0x1 — 1, остальные — **0;**
DB Volume — –9 для L и R;
General→Flavor — Sine;
Duration — 10 sec;
Остальное — **0**.
OK.

Переводят маркер на конец файла и указывают следующие параметры:

Initial setting, Base Frequency(0) — 2000 Hz;
Final setting, Base Frequency(0) — 2000 Hz;
Flavor Characteristic — 1;
Frequency Component 0x1 — 1, остальные — **0;**
DB Volume — –3 для L и R;
General→Flavor — Sine;
Duration — 0.04 sec;
Остальное — **0**,

затем вновь производят запись.

Далее производят запись сигнала 400 Гц длительностью 40 мс и паузы (режим "Generate→Silence"), установив параметр **Silence Time = 0.02 sec**.

Записанную сигналограмму одной пачки размножают, пользуясь режимом **Edit Copy/Paste** до тех пор, пока продолжительность файла не достигнет 120 с. Это надо выполнять очень аккуратно, чтобы не изменить временных интервалов сигналограммы на протяжении всего теста, иначе наблюдаемая на экране сигналограмма будет неустойчива. Хорошие результаты дает такой способ:

— командой **Edit→Copy** скопировать пачку в буфер;

— передвинуть маркер-указатель позиции в файле точно на конец файла и командой **Edit→Paste** вставить в конец файла содержимое буфера, т. е. сигналограмму пачки;

— повторить предыдущую операцию 15—20 раз и вновь командой **Edit→Copy** скопировать всю полученную в предыдущей операции серию пачек в буфер;

— передвинуть маркер-указатель позиции в файле точно на конец файла и командой **Edit→Paste** вставить в конец файла содержимое буфера;

— повторять предыдущую операцию до тех пор, пока длительность файла не станет равной примерно 120 с;

— через промежутки в 10 с вставить паузы продолжительностью 5 с.

Тест TCD3 — проверка перегрузочной способности канала записи на ВЧ. Сигналограмма теста также начинается с тонального сигнала частотой 400 Гц продолжительностью 10 с, записанного с уровнем –3 дБ, далее записаны периодически повторяющиеся на протяжении 110 с серии тональных импульсов: 400 Гц; 1; 2; 4; 6,3; 8; 10; 12,5 кГц, как в тесте TPC3. Длительность импульса частотой 400 Гц составляет 20 мс, остальных — 10 мс, общая продолжительность серии — 0,1 с. Серии разделены паузой длительностью 10 мс. Частота следования серий составляет 10 Гц. Уровень записи серии — –9 дБ. Изготовление теста производят по методике, аналогичной методике записи предыдущего теста.

Тесты TCD4, TCD5 — это тест TCD3 со вставленными в конец серии тональными посылками 14 кГц в тесте TCD4 и 14 и 16 кГц в тесте TCD5. Длительность посылок — 10 мс.

Тест TCD6 содержит тональные посылки, как в тесте TCD5, плюс посылка 18 кГц, кроме того, тональные посылки, начиная с частоты 2 кГц, имеют длительность по 8 мс.

Тест TCD7 — это тест TCD6, дополненный тональной посылкой частотой 20 кГц.

Тесты TCD8—TCD12 изготовлены соответственно из тестов TCD3—TCD7 понижением уровня тональных посылок до –12 дБ.

Тесты TCD13—TCD17 также изготовлены из тестов TCD3—TCD7 изменением уровня тональных посылок до –23 дБ. Тесты предназначены для регулировки АЧХ канала записи на малом сигнале.

Тест TCD18 — проверка частотной характеристики в области низких частот. Сигналограмма теста состоит из тональных посылок частотой 400, 200, 150, 100, 80, 63, 40, 31, 400 Гц, каждая продолжительностью 8 с. Уровень записи — –3 дБ, посылки разделены паузами продолжительностью 2 с.

Тест TCD19 — установка тока подмагничивания с контролем на частоте 10 кГц, он начинается тональной посылкой 400 Гц с уровнем –9 дБ, по которой устанавливается номинальный уровень за-

писи перед началом регулировки. Далее следуют пачки тональных посылок 2000, 400, 400 и 10000 Гц, как в тесте TPC20. Продолжительность теста —120 с.

Тест TCD20 — белый шум продолжительностью 120 с. Тест записывают в режиме:

Generate→Noise→White, Independent Channels;
Intensity = 40;
Duration = 120 sec,
затем его приводят к уровню –3 дБ.

Тест TCD21 — скользящий тон в интервале частот 400..20000 Гц, он начинается тональной посылкой 400 Гц с уровнем –3 дБ продолжительностью 10 с, а затем следуют серии посылок скользящего тона, разделенных паузами. Длительность посылки скользящего тона составляет 0,12 с, длительность паузы — 10 мс. Тест позволяет оценить неравномерность АЧХ ПКД. Запись посылки скользящего тона производится в режиме:

Initial setting, Base Frequency(0) — 400 Hz;
Final setting, Base Frequency(0) — 20000 Hz;
Flavor Characteristic — 1;
Frequency Component 0x1 — 1, остальные — **0**;
DB Volume — –3 для L и R;
General→Flavor — Sine;
Duration — 0.12 sec;
Остальное — **0**.
Продолжительность теста — 120 с.

Тест TCD22 — тот же, что и TCD21, но уровень записи посылок скользящего тона равен –23 дБ. Тест позволяет более точно оценить неравномерность и рассогласование АЧХ в каналах записи магнитофона. Продолжительность теста — 120 с.

Тест TCD23 предназначен для проверки качества ПКД, содержит тональные посылки различной частоты: 400, 20, 31, 50, 63, 80, 100, 150, 250, 400, 1000, 2000, 4000, 6300, 8000, 10000, 12500, 14000, 16000, 18000, 20000, 400 Гц длительностью по 8 с с паузами между посылками по 1 с. Уровень записи теста равен –3 дБ.

При изготовлении тестов следует стремиться максимально уменьшать амплитудную модуляцию, появляющуюся на стыках частотных посылок, удаляя неудачно сформированный участок в режиме **Edit/Cut**. Для этого при записи тональной посылки следует устанавливать полутора-двукратный запас по длительности.

В дополнение к предложенным сериям можно сформировать тесты, позволяющие оценить свойства различных систем шумопонижения, динамического подмагничивания и т. п. Например, можно сформировать тест, состоящий из суммы сигналов низкой, средней и высокой частот, в котором одна или две из составляющих частот появляются периодически. Воспроизводя такой записанный тест на магнитофоне, можно наблюдать реакцию канала записи на изменяющийся состав сигнала, оценить работу системы динамического подмагничивания, характер срабатывания системы шумопонижения, вносимые при этом динамические искажения.

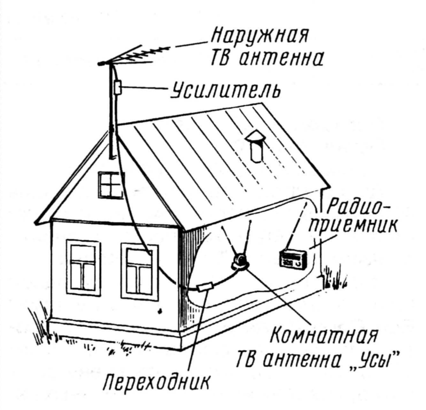
Редактор — А. Соколов, графика — автор, Ю. Андреев

Улучшение радиоприема в УКВ диапазоне

В. ТОМИН, с. Поляны Скопинского р-на Рязанской обл.

С помощью предлагаемого в статье устройства можно улучшить условия приема УКВ радиостанций на радиоприемник, не имеющий разъема для подключения внешней антенны.

В местах, где прием телевизионных и радиосигналов затруднен, можно применить устройство, представляющее собой простейший ретранслятор. Оно принимает слабый сигнал на одну антенну, усиливает его и излучает другой (передающей) антенной на той же частоте. Радиус действия и мощность такого ретранслятора не велики, поэтому официальная регистрация не требуется [1]. Мне удалось изготовить подобное устройство, позволяющее намного лучше принимать слабые (отдаленные) УКВ станции верхнего диапазона (88...108 МГц) в пределах комнаты, квартиры или небольшого здания.



Устройство ретранслятора очень примитивно (см. **рисунок**). В моем варианте слабый сигнал принимают на распространенную широкополосную телевизионную антенну с пластинчатым усилителем (SWA 7 с коэффициентом усиления 32...38 дБ) [2]. А в доме сигнал подводят к обычной комнатной ТВ антенне в виде "усов", которая выполняет функции передающей. Разъемы внешней и комнатной антенн соединены с помощью переходника — двух спаянных выводами друг к другу антенных гнезд от старых телевизоров.

Такая конструкция работает сразу после соединения всех элементов. Для более точной подстройки на определенную частоту нужно подобрать длину "усов" комнатной антенны (чем выше частота, тем короче вибраторы, и наоборот) и сориентировать их под условия комнаты. Целесообразно располагать вибраторы комнатной антенны подобно вертикальному диполю.

Стоит отметить, что если приемная и передающая антенны расположены в относительной близости друг от друга, то нужно использовать передающую антенну с иной поляризацией, чем у приемной, во избежание самовозбуждения. Например, если прием ведут на телевизионную антенну с горизонтальной поляризацией, то "усы" комнатной желательно располагать в вертикальном положении, и наоборот. В моем случае приемная антенна находилась на крыше частного дома с металлической крышей, в то время как передающая антенна находилась в доме. Поскольку крыша экранирует передающую антенну от приемной, самовозбуждения не наблюдалось.

В нашей местности принять какую-либо станцию диапазона УКВ-2 на улице практически невозможно из-за удаленности передатчиков. Используя это устройство, мне в помещении удавалось принять на приемник MASON R761L не менее трех станций этого диапазона на расстоянии до 10 метров от передающей (комнатной) антенны.

Эта конструкция при соответствующей подстройке передающей антенны способна усиливать и телевизионные сигналы для приема их, например, на портативный телевизор со штыревой антенной. Удается достичь еще лучших результатов, применяя более сложные передающие и приемные антенны, используя усилитель с большим усилением (например, SWA2000 с коэффициентом усиления 45 дБ) и более точно согласовывая и подстраивая антенны на нужную частоту.

С пассивной приемной телеантенной и усилителем, расположенным в комнате, ретранслятор работает хуже, что объясняется потерями в кабеле между наружной антенной и усилителем. Не стоит пытаться использовать два и более последовательно включенных усилителя, поскольку уровень шумов самих усилителей в этом случае окажется выше уровня сигнала станций.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Шур А.** Телевизионные ретрансляторы. — Радио, 1987, № 1, с. 33—35.
2. **Пахомов А.** Антенные усилители SWA. — Радио 1999, № 1, с. 10—12.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

Что такое DXing?...

П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), г. Москва

Следуя пожеланиям читателей, сегодняшний выпуск этой рубрики адресован любителям дальнего радиоприема (DXистам), лишь недавно приобщившимся к ее чтению и не имеющим пока необходимого опыта и знаний. Что же это такое — "дальний радиоприем", или, как его называют во всем мире, "DXing"?

Если обычного радиослушателя интересует, прежде всего, содержание принятой программы, то DXиста привлекает сам "технический факт" приема той или иной удаленной станции.

Обычный человек получает удовольствие, слушая чистый звук, и... морщится при появлении искажений и шумов, а для настоящего DXиста нет ничего слаще, чем сквозь душераздирающую какофонию мирового эфира услышать обрывки фраз на зачастую не знакомом ему языке... При этом он с гордостью сообщает своим коллегам о том, что ему удалось услышать... И вот уже коллеги по хобби с усердием крутят ручки своих приемников, пытаясь повторить подвиг более удачливого товарища....

Приняв ту или иную радиостанцию, DXист посылает ей рапорт (т. е. сообщение) о приеме. Цель рапорта — не только в том, чтобы сообщить, с каким качеством была слышна станция (хотя именно это ей и интересно), но и получить от нее официальное подтверждение сего радостного факта (QSL-карточку или верификационное письмо), чтобы данное событие приобрело "легальную" форму и могло быть по праву занесено в список "радиоуловов".

Как же правильно составлять и отправлять эти самые рапорты? Прежде всего, они должны содержать ряд обязательных данных:

— ВРЕМЯ (обязательно Всемирное координированное — UTC) и ДАТА приема, привязанная к этой системе исчисления времени. Особенно внимательным надо быть, когда дата по местному времени отличается от даты по Всемирному времени, чтобы избежать ошибок. Так, например, 23 часа по всемирному времени в четверг — это уже 2 часа ночи пятницы по московскому (зимнему времени). Кстати, поскольку во многих странах даты принято указывать не так, как в России (число — месяц — год), а несколько иначе (например, месяц — число — год или год — месяц — число), то лучше всего дату писать так: число — название месяца — год (например, 14 Jan 2005). Это полностью исключает какие бы то ни было сомнения или недопонимания.

— ТОЧНАЯ ЧАСТОТА, на которой принята станция (многие станции просто не подтверждают рапорты, где указана приблизительная частота или только диапазон волн). Это нужно по многим причинам, одна из которых — некоторые станции используют на одном диапазоне не одну частоту, а две и более, и им необходимо знать, о работе какого именно передатчика идет речь в рапорте. Сетка частот вещательных станций имеет шаг 9 кГц на СВ и 5 кГц на КВ, поэтому достаточно указать целое число килогерц.

— ДЕТАЛИ ПРИНЯТОЙ ПРОГРАММЫ. При этом нужно не переписывать основные разделы из опубликованного или объявленного в анонсе передачи расписания, а подробно описать именно прослушанную программу. Например, говоря о новостях, указать хотя бы 2—3 темы; описывая музыкальную программу, охарактеризовать жанр звучавших произведений, если вы не знаете их названий, и так далее. То есть необходимо доказать, что передача, о приеме которой сообщается в рапорте, была действительно прослушана и что в указанный день и час вы приняли именно эту, а не какую-либо иную станцию.

— ИНФОРМАЦИЯ О ПРИЕМНОЙ АППАРАТУРЕ И АНТЕННЕ должна содержать данные о типе (марки, модели) приемника, а также о типе и размерах приемной антенны (например, "телескопическая, длина 1 метр" или "наружная, LW — Long Wire — длинный провод, длина 12 метров, высота подвеса над землей 20 метров" и т. д.).

— ВАШИ ПОЛНЫЕ ИМЯ, ФАМИЛИЯ И ТОЧНЫЙ ПОЧТОВЫЙ АДРЕС. Указывать свой адрес только на конверте недостаточно, поскольку конверты на радиостанциях нередко теряют. Рекомендуем писать эти данные разборчиво, лучше всего прописными (заглавными) печатными буквами.

На каком языке составлять рапорт? Для радиостанций России и большинства бывших союзных республик можно, как правило, использовать русский язык. На зарубежные станции следует писать или на языке страны назначения, или по-английски (практически все работники технических служб радиостанций владеют английским языком в достаточной степени, чтобы прочитать рапорт о приеме). В адреса заграничных станций, вещающих на русском (или на вашем родном) языке, можно писать и на этих языках, но надо иметь в виду, что далеко не все технические службы иновещательных станций принимают такие рапорты. Например, "Голос Америки" рассматривает и подтверждает только англоязычные сообщения. Причина простая: сотрудники технической службы этой станции могут не знать другие языки, кроме английского, а работники языковых редакций, расположенных совсем в другом месте, не имеют возможности (да и не обязаны) заниматься переводами рапортов на английский язык.

Адреса станций на конверте следует надписывать строго в соответствии с тем, как его объявляют сами вещатели. Обратный (т. е. ваш) адрес должен быть написан так, чтобы в случае возврата письма у работников почты не возникало затруднений с его прочтением, пониманием и доставкой.

— ТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИГНАЛА принятой радиовещательной станции. В DX-практике чаще всего используется вариант из пяти (система "SINPO") или даже из трех (система "SIO") характеристик, оцениваемых по 5-балльной шкале: "1" — очень плохо, "5" — отлично.

В системе "SINPO" оценивают:

S — УРОВЕНЬ (СИЛА) СИГНАЛА. Максимальный уровень — 5 баллов; сигнал на уровне шумов — 1 балл. Наиболее объективную оценку дает приемник, оборудованный откалиброванным S-метром, показывающим именно уровень сигнала (ведь на слух далеко не всегда можно определить, почему станция звучит тише или громче, так как громкость может зависеть и от глубины модуляции).

I — УРОВЕНЬ ПОМЕХ ***от других станций*** (атмосферные, промышленные, транспортные, бытовые и прочие шумы не учитываются). Оценка 5 выставляется при полном отсутствии мешающих станций, а 1 — если мешающая станция своим сигналом полностью подавляет принимаемую станцию. Ваш рапорт станет особенно полезным, если в нем еще и указано, какая именно станция мешает приему, и на какой частоте она работает.

N — УРОВЕНЬ АТМОСФЕРНЫХ ШУМОВ И ПОМЕХ, возникающих обычно при прохождении сигнала через грозовые фронты. Но при этом не следует оценивать местные промышленные и бытовые радиопомехи! Как и в случае оценки уровня помех от радиостанций, 5 баллами обозначается полное отсутствие атмосферных помех, а 1 баллом — помехи, полностью препятствующие приему станции.

P — ИЗМЕНЕНИЯ ПРОХОЖДЕНИЯ РАДИОСИГНАЛА (замирания, фединг), т. е. как часто и глубоко уровень сигнала снижается от своего максимального значения. Абсолютно стабильный сигнал оценивается в 5 баллов, а сигнал, который меняет свой уровень очень часто (несколько раз за минуту) и достаточно глубоко (вплоть до полного пропадания), — в 1 балл.

O — ОБЩАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СИГНАЛА В ЦЕЛОМ. Она показывает, насколько комфортным был прием программы в целом. Естественно, оценка 5 выставляется в случае очень хорошего (практически идеального) качества приема, а 1 — если разобрать, о чем говорилось в передаче, было практически невозможно. Надо учесть, что технические службы радиостанций, просматривая рапорты о приеме, чаще всего начинают с изучения именно оценки "O". Поэтому, если помехи от другой станции вы оценили на "3", но выставили более высокую оценку "O" (4 или 5 баллов), ваш рапорт может вызвать определенное недоверие.

На первых порах проще оценивать сигнал только по трем характеристикам, т. е. по шкале "SIO" (уровень сигнала, помехи от других станций, общая оценка).

Важно отметить, что в начале сеанса вещания качество приема нередко бывает очень хорошим (или, наоборот, плохим), а через 15...20 минут оно может измениться на диаметрально противоположное. Это особенно заметно при восходе или заходе Солнца, когда меняются условия распространения радиоволн. Поэтому крайне желательно (а многие станции прямо требуют этого), чтобы время непрерывного приема составляло не менее 30 минут. В общем, прослушайте передачу от начала до конца и лишь по-

тел. 207-88-18 Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2005

РАПОРТ О ПРИЕМЕ РАДИО: *"ДЖАЗ" (Москва)*

(Желательно заполнять печатными буквами, разборчиво)

Дата (dd-mm-yy): ***12-SEP-2005***

Время UTC/GMT (hh:mm → hh:mm): ***08.00-08.30***

Частота (kHz): ***89,1 MHz***

Качество приема (SINPO*): ___*4*___|___*5*___|___*5*___|___*5*___|___*4*___

Приемник (тип, название, модель): ***SONY ICF SW-7600***

Антенна (встроенная, комнатная, наружная, размер, высота): _________
ВСТРОЕННАЯ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКАЯ (0,75 метра)

Детали принятой передачи (*минимум за 30 минут*, подробно): ___________

1. Новости джаз-фестиваля в Софии;

2. Информация о публикациях журнала "Style";

3. Популярные композиции Д. Брубека в современной аранжировке;

4. Программа "Джаз на компакт-дисках".

Примечания, пожелания и т. п.: ____

ЕСЛИ ЭТОТ РАПОРТ СОСТАВЛЕН ПРАВИЛЬНО, ПРОШУ ПОДТВЕРДИТЬ ЕГО QSL-КАРТОЧКОЙ ВАШЕЙ РАДИОСТАНЦИИ ИЛИ ВЕРИФИКАЦИОННЫМ ПИСЬМОМ. СПАСИБО И 73!

*) **Оценки качества приёма SINPO** (выставляются по 5-балльной шкале):

S — сила сигнала;
I — помехи от других передатчиков;
N — атмосферные помехи (шумы, разряды);
P — замирания (регулярные изменения уровня сигнала);
O — общая оценка (*без учета предыдущих оценок*).

Пример: ***SINPO — 55555 = сигнал мощной местной станции, принимаемый без помех и искажений звука.***

Имя, фамилия: ***ПЁТР АЛЕКСЕЕВ***
Адрес: ***УЛ. БОГДАНОВА, 36, КВ. 8, МОСКВА, 119646 РОССИЯ***
E-mail (если есть): ***p_alexeev@post.net***

Рис. 1

Reception report for Radio *"ĶLASSIKA"*

DATE (dd-mm-yy): ***12-SEP-2005***

TIME UTC/GMT (hh:mm → hh:mm): ***08.00-08.30***

FREQUENCY (kHz): ***17890***

SINPO RATING: ___*3*___|___*3*___|___*5*___|___*4*___|___*3*___

RECEIVER: ***SONY ICF SW-7600***

AEREAL: BUILT-IN ***(TELESCOPIC - 0.75 meter.)***

PROGRAM DETAILES: ***(BROADCASTING IN ENGLISH LANGUAGE)***

1. NEWS;

2. POLITICAL COMMENTS;

3. MAILBOX PROGRAM;

4. "YOUR HOBBY" PROGRAM.

REMARKS: ____

(IF THIS REPORT IS CORRECT, PLEASE VERIFY IT WITH YOUR QSL-CARD OR LETTER, THANK YOU AND 73!)

NAME: ***IVAN ALEXANDROV***

ADDRESS: ***UL. PECHNAYA, 12 - 6 - 109, MOSCOW, 109531 RUSSIA***

E-MAIL: ***alexandrov_ivan@supermail.ru.***

Рис. 2

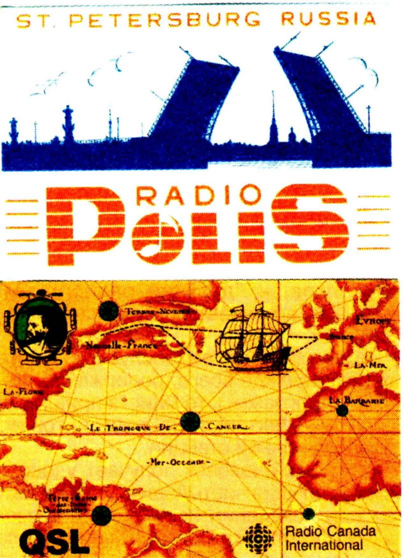


Рис. 3

сле этого оценивайте качество сигнала!

Ни в коем случае не следует пытаться "задобрить" станцию в надежде получить от нее вожделенную QSL-карточку, выставляя заведомо завышенные оценки! Из вашей местности на эту же станцию могут поступить рапорты других DXистов, и ваша "хитрость" моментально раскроется.

В рапорте о приеме не должно быть никаких эмоций по поводу содержания прослушанной программы (нравится — не нравится). Это интересует только редакцию, подготовившую передачу, но не техслужбу. Если вам есть что сказать авторам и (или) ведущим прослушанной программы, изложите это на отдельном листе бумаги, который будет передан журналистам, редакторам, режиссерам и т. д.

Полезно знать, что радиостанции, в принципе, не обязаны подтверждать сообщения о приеме, и целый ряд из них (например, британская "Би-би-си") именно так и поступает. У некоторых станций часто нет специально выделенных работников для проверки и подтверждения рапортов, а сотрудники редакций и технических служб и без того перегружены своей основной работой. Кроме того, многие станции даже не имеют средств на отправку ответов на письма и рапорты (особенно за границу). Поэтому, если вы пишете на небольшую местную станцию, компенсируйте ей расходы на отправку вам ответа. Это могут быть Международные почтовые ответные купоны (IRC) или негашеные марки соответствующей страны на нужную сумму. (Правда, надо иметь в виду, что во многих странах не разрешается высылать за границу почтовые марки в письмах, и они могут быть конфискованы в процессе таможенной проверки).

Примеры заполнения рапортов о приеме на русском и английском языках показаны на **рис. 1** и **2**. Составляйте свои сообщения согласно содержащимся в нем подсказкам, и все будет хорошо! В ответ вы должны получить QSL-карточку станции (**рис. 3**).

Удачи вам и приятных путешествий по волнам немного таинственного, но всегда прекрасного эфира!

Редактор — В. Поляков

Ремонт цифровых мультиметров с бескорпусными АЦП

Д. ТУРЧИНСКИЙ, г. Москва

Популярность цифровых мультиметров подтверждается тем, что вопросы по ремонту этих приборов нередки, особенно в связи с заменой бескорпусной микросхемы АЦП. Для установки новой микросхемы автор предложил впаивать на плату прибора контактную панельку. Таким образом, для невнимательных пользователей это дает возможность многократного восстановления прибора.

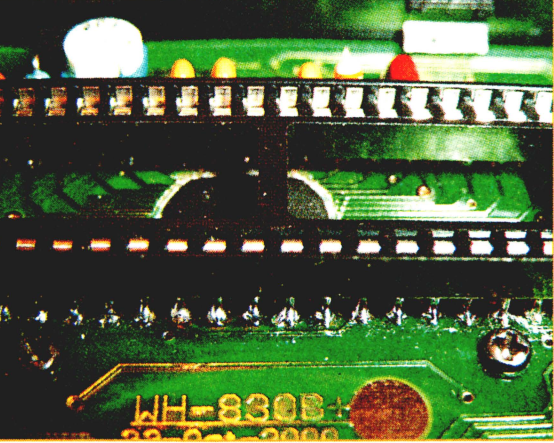
Наиболее частой причиной выхода из строя цифровых мультиметров с АЦП серии ICL7106 (отечественный аналог — КР572ПВ5) и им подобных бывают ошибочные подключения. В этих случаях зачастую и повреждается микросхема АЦП. Замена обычных, корпусных микросхем ненамного сложнее замены других деталей и обычно не вызывает затруднений. Однако сегодня большинство малогабаритных приборов, особенно недорогих, выпускают с бескорпусными АЦП. Установка бескорпусных микросхем — задача для радиолюбителей нереальная, но в большинстве случаев замена их на обычные корпусные АЦП вполне возможна.

Печатные платы приборов с бескорпусным АЦП бывают двух типов: универсальные, пригодные для установки как бескорпусного АЦП, так и обычного, а также рассчитанные только на бескорпусной АЦП. В свою очередь, универсальные платы бывают с отверстиями под выводы микросхемы и просто с прямоугольными контактными площадками. И если плата с отверстиями, то вам повезло — с заменой трудностей не будет. Несколько сложнее монтаж АЦП на плату с контактными площадками.

Вначале следует "нейтрализовать" без удаления поврежденную микросхему. Самый простой и надежный способ — резаком перерезать токопроводящие дорожки вокруг защитного покрытия кристалла, как показано на фотографии. Внимательно осмотрите сделанный кольцевой прорез — замыканий между перерезанными проводниками с внешней стороны прореза не должно быть. Удалять микросхему с помощью разогретого паяльника не следует, поскольку это приведет к короблению печатной платы и может вызвать повреждение проводников. В современных приборах, особенно недорогих, с целью экономии печатные платы изготавливают из тонкого (толщиной менее 1 мм) фольгированного стеклотекстолита, и для таких плат нагрев особенно опасен.

При проведении ремонта целесообразно монтировать на плату не саму корпусную микросхему АЦП, а контактную панельку для нее. Это позволит упростить монтаж, а если в будущем снова потребуется ремонт, то он сведется практически лишь к механической перестановке микросхемы.

Монтаж панельки (или микросхемы) на плату с контактными площадками несколько сложнее и требует подготовительной работы. С платы временно удаляют элементы "обвязки" АЦП, расположенные близко к контактным площадкам, — иначе они будут мешать пайке. На приведенной фотографии эти элементы хорошо видны — они расположены выше панельки для микросхемы АЦП. Панельку или микросхему, предназначенную для монтажа, необходимо немного доработать. Концы выводов отгибают на расстоянии 1...2 мм наружу под углом 90°. Выполнить эту формовку можно и пинцетом, однако обеспечить одинаковую высоту выводов в этом случае практически невозможно и припаять их будет трудно. Лучше отгибать выводы в тисках, предварительно выровняв и зажав их в тисках (губки тисков должны быть без насечек). Затем выводы следует отогнуть внутрь у основания панельки, чтобы оба ряда выводов не выходили за пределы контактных площадок. С помощью пинцета окончательно подгоняют положение выводов так, чтобы они соответствовали контактным площадкам на печатной плате, а отогнутые концы выводов были параллельны плате. По окончании подгонки выводы припаивают остро заточенным жалом паяльника к контактным площадкам на плате, а затем впаивают временно удаленные элементы.



Конечно, монтаж без специального паяльника не всегда удается выполнить без помарок, и возможно, придется устранять дефекты, которые выявятся при включении прибора. Собственно, реально бывает два их вида — либо непропай вывода, либо замыкание вывода с проходящими рядом проводниками. Плохую пайку легко выявить, пошевелив выводы пинцетом, а замыкания — исходя из характера неисправности.

Внимательно осмотрев прибор с бескорпусной микросхемой, нетрудно заметить один или два дополнительных вывода. Один из этих выводов — выход узла индикации разряда батареи питания, он подключен к соответствующему значку в индикаторе. Узел индикации в приборах с корпусным АЦП выполняют на транзисторе, и если на плате имеются отверстия для элементов этого узла, то вполне возможно его восстановить. Если же нет, придется смириться с потерей этой функции. Второй вывод служит для включения режима HOLD — удержания показаний. Этот режим имеется не во всех приборах. По сигналу на этом выводе блокируется работа счетчика АЦП и показания индикатора фиксируются. Такой способ удержания показаний значительно лучше и надежнее обычного, при котором просто отключается вход АЦП и показания удерживаются за счет сохранения напряжения на конденсаторе интегрирующей цепи. В приборах, для которых функция HOLD является штатной, ее можно попробовать восстановить переключением на обычный режим работы. При наличии в приборе бескорпусной микросхемы с выводом "HOLD" эту функцию несложно ввести даже в простейшие приборы типа DT-830, для этого достаточно установить в прибор любой переключатель или кнопку с фиксацией и провести несложные подключения.

Встречается еще один вариант бескорпусных АЦП, который условно можно назвать гибридным, — бескорпусная АЦП монтируется на отдельной плате с металлизированными контактными площадками по краям. Замена в этом случае также несложная. После демонтажа гибридной платы удаляют излишки припоя со стороны АЦП, затем прогревают монтажные отверстия жалом паяльника и остро заточенной спичкой удаляют из них припой, после чего монтируют корпус микросхемы АЦП.

И в заключение немного о возможности ремонта приборов, в которых бескорпусная микросхема АЦП расположена где-нибудь сбоку платы. В принципе, ремонт таких приборов возможен, если на плате физически есть место для установки корпусной АЦП, — в большинстве приборов оно имеется. Однако занятие это весьма трудоемкое и кропотливое, и надо иметь не только время, но и мужество, чтобы взяться за это дело. В первую очередь необходимо зарисовать эскиз печатаных проводников вокруг микросхемы АЦП, отметив на нем места, к которым можно подпаять объемные проводники от корпусной микросхемы. Далее надо определить соответствие мест припайки номерам выводов корпусной АЦП. Собственно, именно эта часть работы — самая сложная из-за ее нудной кропотливости, и выполнять ее ради ремонта одного прибора, тем более простого и дешевого, вряд ли имеет смысл. Далее все несколько проще. Бескорпусную микросхему "нейтрализуют" резаком, как было описано выше. К печатной плате приклеивают корпус микросхемы выводами вверх, которые затем соединяют проволочными проводниками с соответствующими им площадками на печатной плате.

Редактор — А. Соколов, фото — автора

тел. 208-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Прибор для проверки оксидных конденсаторов

В. ВАСИЛЬЕВ, г. Георгиевск Ставропольского края

Проблема быстрого контроля исправности оксидных конденсаторов решается, если использовать пробник, позволяющий примерно оценить емкость и эквивалентное последовательное сопротивление конденсатора без его демонтажа из ремонтируемой аппаратуры. Предлагается еще один вариант простого прибора, аналогичного уже описанному в "Радио", но с использованием стрелочного индикатора.

Многих радиолюбителей, да и профессиональных мастеров по ремонту радио- и телеаппаратуры, наверняка заинтересовала статья Р. Хафизова "Пробник оксидных конденсаторов" в журнале "Радио" (2003, № 10, с. 21). Общеизвестный метод проверки с помощью омметра, позволяя приблизительно оценить емкость и измерить утечку оксидных конденсаторов, далеко не всегда дает полную информацию об их качестве. Оперативная проверка непосредственно на плате бывает затруднена из-за влияния элементов устройства. Особенно это касается наиболее часто используемых конденсаторов емкостью от единиц до нескольких десятков микрофарад.

После прочтения указанной статьи сразу же решил сделать такой прибор, но, как нередко бывает, под рукой не оказалось нужных микросхем. Поэтому вместо микросхемы К561ТЛ1 применил, как мне кажется, более распространенную К561ЛА7, стабилитрон КС127Д заменил на КС133А, вместо светодиодного индикатора использовал стрелочный индикатор уровня М68501 от магнитофона.

Применение стрелочного индикатора позволило сделать прибор более точным, достаточно компактным и более экономичным. Ток потребления не зависит от режима работы и составляет около 1 мА, что дает возможность использовать малогабаритный источник питания — батарею из трех миниатюрных дисковых элементов для лазерной указки.

Несколько измененная схема приведена на **рис. 1**. Прибор позволяет с допустимой для пробника точностью оценивать эквивалентное последовательное сопротивление (ЭПС) конденсатора в пределах от 2 до 50 Ом и емкость от 5 до 50 мкФ.

Конструктивно прибор может быть выполнен в виде мини-тестера с выносными щупами и выключателем питания с фиксацией либо как пробник с установкой коротких заостренных щупов и кнопочным включением питания, что существенно увеличит срок службы батареи.

Рис. 1

В данном варианте размеры корпуса составляют 90×45×20 мм. Индикатор расположен с левой стороны поперек корпуса. Его магнитная система вставлена в отверстие в корпусе, а сам он приклеен к корпусу с внешней стороны. Монтаж элементов прибора выполнен на печатной плате, чертеж которой приведен на **рис. 2**.

Для выбора вида измерений использован переключатель SA1 с фиксацией из серии ПКН. Выключатель питания SA2 — миниатюрный движковый или кнопочный, расположен с внешней стороны корпуса рядом с индикатором.

Вместо указанной на схеме микросхемы можно использовать К561ЛЕ5 или аналогичные серии К176. Транзистор КТ315Б можно заменить любым маломощным транзистором структуры n-p-n с коэффициентом передачи тока базы не менее 100. Конденсаторы — малогабаритные керамические, резисторы — мощностью 0,125, 0,25 Вт. Оксидный конденсатор — К50-16 или любой импортный. Диоды VD2—VD5 — любые германиевые высокочастотные. Тип стрелочного индикатора существенного значения не имеет.

Налаживание прибора заключается в установке частоты генератора в пределах 60...80 кГц для измерения ЭПС и 800...1000 Гц для измерения емкости путем подбора резистора R2 и соответственно C2 и C1, а также в установке стрелки индикатора на конец шкалы в режиме холостого хода подбором резисторов R4, R5, R8. Предварительно резистором R6 выставляют постоянное напряжение на коллекторе транзистора, примерно равное половине напряжения питания.

Градуировка шкалы не составит большого труда, так как пластмассовые индикаторы уровня легко вскрываются: достаточно по периметру крышки "пройтись" лезвием ножа. На место старой шкалы наклеивают полоску бумаги, на которую затем наносят соответствующие риски и надписи. После градуировки шкалы крышку устанавливают на место и фиксируют клеем.

Нелинейность шкалы таких индикаторов играет положительную роль, позволяя несколько расширить диапазон измерений. Градуировка шкалы электрической емкости производилась путем усреднения замеров нескольких новых конденсаторов одного номинала (по возможности с малым допуском), для градуировки шкалы ЭПС были использованы обычные непроволочные резисторы.

После изготовления прибора была проведена проверка всего личного запаса оксидных конденсаторов. В результате более 30 % из них пришлось выбросить. Далее прибор был опробован при поиске неисправности в мониторе, в котором не включалась

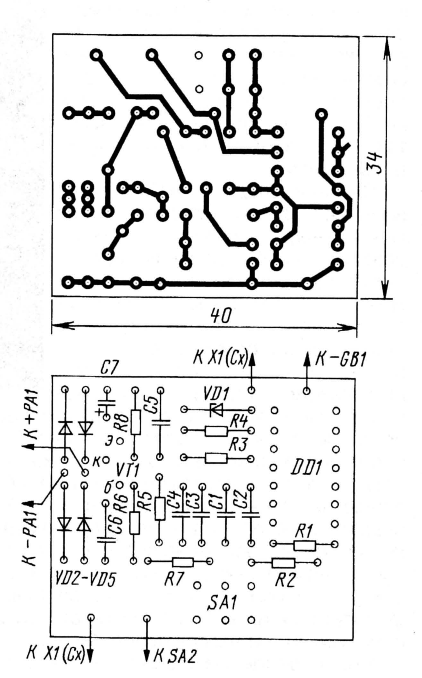


Рис. 2

строчная развертка. Этот монитор побывал уже у двух мастеров и был возвращен назад ввиду "отсутствия электрической схемы и сложности ремонта". В течение нескольких минут оказалось возможным проверить ЭПС и емкость всех имеющихся на плате

оксидных конденсаторов, среди которых был обнаружен один с завышенным значением ЭПС и заниженной емкостью. После его замены монитор заработал!

Автор уверен, что подобный прибор займет достойное место в арсенале измерительных приборов как радиолюбителей, так и профессионалов.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

***От редакции**. Эквивалентное последовательное сопротивление (ЭПС, а в англоязычной терминологии — ESR) конденсатора зависит от многих факторов: его типа, емкости, номинального напряжения, частоты, на которой проводят измерения, и т. д. Например, ЭПС танталовых конденсаторов для поверхностного монтажа емкостью от 4,7 до 47 мкФ на напряжение от 10 до 35 В, измеренное на частоте 100 кГц, находится в пределах от 0,9 до 5 Ом, причем оно увеличивается с уменьшением емкости и номинального напряжения. У алюминиевых конденсаторов К50-38 емкостью от 4,7 до 47 мкФ на напряжение от 6,3 до 160 В ЭПС, также измеренное на частоте 100 кГц, увеличивается от 0,5 (47 мкФ × 160 В) до 5 Ом (47 мкФ × 6,3 В) и от 4,5 (4,7 мкФ × 160 В) до 14 Ом (4,7 мкФ × 100 В). Поэтому универсального критерия оценки пригодности конденсатора в зависимости от значения ЭПС не существует — решение по отбраковке следует принимать в каждом конкретном случае.*

Регулятор частоты вращения вентилятора

А. СОРОКИН, г. Радужный Владимирской обл.

Охлаждающие системные блоки компьютеров вентиляторы, работая на полную мощность, довольно сильно шумят, делая работу за компьютером некомфортной. Практика показывает, что при нормальной температуре в помещении и средней загрузке процессора компьютера частоту вращения вентилятора и создаваемый им шум можно значительно снизить. Обычно радиолюбители делают это, уменьшая напряжение питания вентилятора.

Следует учитывать, что напряжение, подаваемое на вентилятор, нельзя опускать ниже 6...6,4 В (в некоторых случаях 7 В) при номинальных 12 В. Иначе надежный пуск вентилятора и устойчивая подача воздуха не гарантированы. При таком напряжении ток, потребляемый вентилятором, уменьшается до 0,5...0,55 номинального, указанного на его этикетке.

Если регулировать частоту вращения ротора вентилятора простейшим способом, включив переменный резистор в цепь 12 В, сопротивление этого резистора должно быть не более

$$R_{max} = \frac{U_0 - U_{min}}{0{,}5I_0},$$

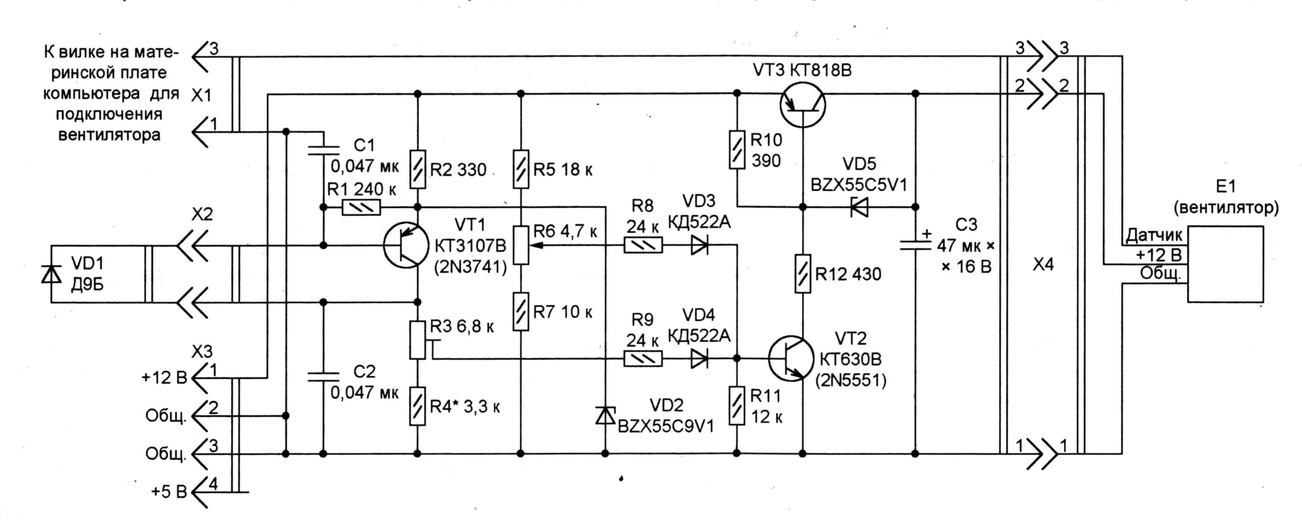
и он должен быть мощностью не менее

$$P = (U_0 - U_{min})I_0.$$

Здесь U_0 и I_0 — номинальные напряжение и ток двигателя вентилятора, а U_{min} — минимально допустимое напряжение на нем.

При $U_0 = 12$ В, $I_0 = 0{,}18$ А, $U_{min} = 6{,}4$ В получим $R_{max} \approx 62$ Ом, $P = 1$ Вт. Когда температура внутри системного блока компьютера далека от максимальной, такой резистор позволит вручную уменьшить частоту вращения вентилятора приблизительно до 60 % номинала с соответствующим уменьшением шума. К сожалению, располагая только ручной регулировкой, без постоянного контроля температуры легко упустить ситуацию, когда частоту вращения вентилятора необходимо увеличить. А это может привести к повреждению дорогостоящих узлов компьютера.

Для автоматического следящего управления работой вентилятора предлагаю изготовить регулятор по схеме, изображенной на **рисунке**. Он собран на стеклотекстолитовой плате размерами 100×80 мм, которая установлена в свободный трех- или пятидюймовый отсек корпуса компьютера. Вентилятор E1, отключенный от соответствующей вилки на материнской плате компьютера, подключен к вилке X4. А освободившаяся вилка двухпроводным кабелем соединена с вилкой X1, что необходимо для передачи на материнскую плату импульсов датчика вращения ротора вентилятора. К вилке X3 подключена одна из кабельных розеток блока питания компьютера, предназначенных для питания дисководов.



Переменный резистор R6 служит для ручной регулировки скорости вращения вентилятора. Он размещен на передней панели отсека, в котором установлен регулятор. Чем выше (по схеме) находится движок этого резистора, тем больше ток базы транзисторов VT2 и VT3 и меньше падение напряжения на участке эмиттер—коллектор транзистора VT3. Следовательно, частота вращения вентилятора растет при перемещении движка переменного резистора R6 вверх и падает при его перемещении в обратном направлении. Стабилитрон VD5 не дает возможности установить напряжение питания вентилятора менее допустимого, ограничивая напряжение между базой и коллектором VT3 значением своего напряжения стабилизации. Падение напряжения на полностью открытом транзисторе VT3 не превышает 0,25 В, что очень незначительно влияет на эффективность вентилятора в максимальном режиме.

Мощность, рассеиваемая транзистором VT3 при пониженной частоте вращения вентилятора, достигает 1 Вт. Во избежание перегрева транзистор снабжен теплоотводом, которым служит оставленный на печатной плате участок фольги максимально возможной площади.

Подключенный через разъем X2 диод VD1 — датчик температуры внутри системного блока. Диод германиевый и его обратный ток удваивается с ростом температуры на каждые 10 °С. Узел на транзисторе VT1 преобразует изменения тока в изменения падения напряжения на резисторах R3 и R4. Конденсаторы C1 и C2 подавляют помехи, наводимые на высокоомный датчик-диод и длинные соединительные провода. Напряжение питания узла измерения температуры стабилизировано стабилитроном VD2. При его отсутствии пульсации напряжения питания нарушают нормальную работу регулятора.

Напряжение, зависящее от температуры, поступает в цепь управления вентилятором вместе с напряжением ручной регулировки. Поэтому при чрезмерном нагреве воздуха внутри блока частота вращения вентилятора будет увеличена независимо от положения ручного регулятора. Температурный порог устанавливают подстроечным резистором R3 и подборкой, при необходимости, резистора R4. Диоды VD3 и VD4 устраняют взаимное влияние цепей ручной и автоматической регулировки.

В течение года эксплуатации на нескольких компьютерах описанные регуляторы показали себя надежными и удобными в работе.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Прием статей: mail@radio.ru тел. 208-28-38
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2005

Преобразователь интерфейса USB—RS-232 на микросхеме FT232BM

И. ХУРТИН, г. Луганск, Украина

Современные периферийные устройства в большинстве своем рассчитаны на подключение к компьютеру по интерфейсу USB, который, как считается, в скором времени вытеснит все другие виды внешних компьютерных интерфейсов. В связи с этим в настольных персональных компьютерах сегодня, а в портативных — уже давно, вместо привычных разъемов портов COM и LPT все чаще установлены 6—8 разъемов USB. Однако еще существует множество периферийных устройств, рассчитанных на связь с компьютером по уже устаревшему интерфейсу RS-232 (COM). Чтобы подключить такое устройство к современному компьютеру, требуется преобразователь интерфейса. Предлагаемая статья рассказывает, как сделать его на одной из специализированных микросхем.

Микросхема FT232BM фирмы FTDI относится ко второму поколению так называемых USB UART — универсальных приемопередатчиков, выполняющих двустороннее преобразование сигналов и протоколов обмена данными интерфейсов USB и RS-232 (а также логически подобных последнему RS-422 и RS-485). Описание подобного преобразователя на микросхеме первого поколения FT8U232AM можно найти в [1].

В отличие от нее, новая микросхема поддерживает как сравнительно низкоскоростную передачу данных согласно спецификациям USB-1.0 и USB-1.1, так и полноскоростной режим по спецификации USB-2.0. Она имеет и ряд других отличий, о которых можно прочитать в [2]. Достаточно подробное описание интерфейса USB можно найти в [3].

Принципиальная схема преобразователя USB—RS-232 на микросхеме FT232BM изображена на **рис. 1**. Вилку X1, установленную на конце гибкого кабеля длиной не более 1,8 м, подключают к одной из USB-розеток компьютера. Кабель можно изготовить из стандартного, оснащенного вилками USB-A и USB-B, отрезав от него ненужную в данном случае "квадратную" вилку USB-B. Изоляция проводов такого кабеля имеет определенную расцветку: VBus — красная, D– — белая, D+ — зеленая, GND — черная. Не забудьте об экранирующей оболочке кабеля (SCR), соединенной с металлической обечайкой разъема.

Напряжение 5 В для питания преобразователя поступает по цепи VBus от компьютера. Дроссель L1 — ферритовая трубка, бусина или кольцо, надетое на провод — образует вместе с конденсаторами C6—C10 помехоподавляющий фильтр. О таком способе питания сообщает компьютеру соединение выв. 14 микросхемы DD1 с общим проводом. В противном случае (на этом выводе высокий уровень) компьютер будет считать, что подключенное к разъему USB устройство имеет собственный источник питания.

Линии данных D+ и D– соединены с соответствующими выводами микросхемы DD1 через согласующие резисторы R4 и R5. Связь цепи D+ с выв. 5 микросхемы через резистор R6 сигнализирует компьютеру, что обмен данными может идти в полноскоростном режиме.

Кварцевый резонатор ZQ1 и конденсаторы C3, C4 — элементы тактового генератора.

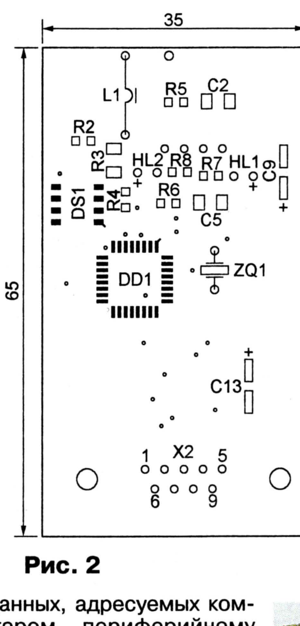
Микросхема энергонезависимой памяти (EEPROM) DS1 предназначена для хранения значений идентификаторов, по которым компьютер опознает подключенное к нему USB устройство. Если эта микросхема отсутствует или не запрограммирована, компьютер получит идентификаторы, записанные в самой микросхеме FT232BM на заводе-изготовителе. Но в этом случае подключить к порту USB можно будет только одно устройство с такой микросхемой, так как различить их компьютер не сможет. EEPROM должно быть 16-разрядным. Чтобы переключить в этот режим микросхему AT93C46, на ее выв. 6 должен быть подан высокий уровень. Микросхемы AT93C46A и AT93C46C остаются 16-разрядными при любом уровне на этом выводе.

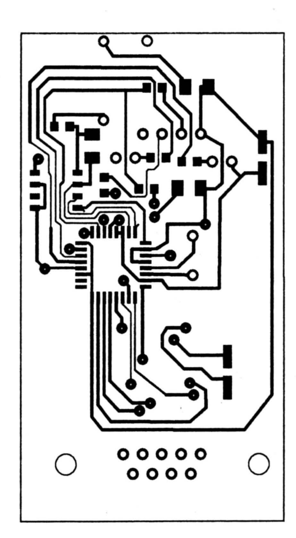
Запрограммировать EEPROM можно как с помощью программатора до установки в преобразователь, так и через порт USB в уже смонтированном устройстве. Ниже будет рассказано, как это сделать с помощью специальной программы.

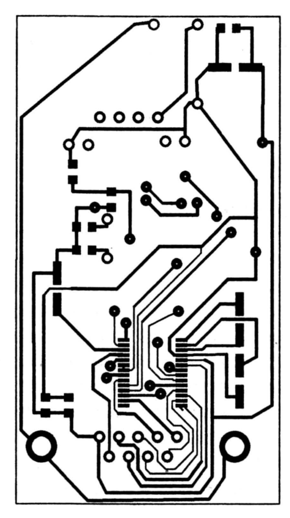
Светодиоды HL1 и HL2 сигнализируют о ходе обмена данными. Первый из них светится, когда идет передача данных из периферийного устройства в компьютер. Второй — когда идет при-

Рис. 1

тел. 208-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru







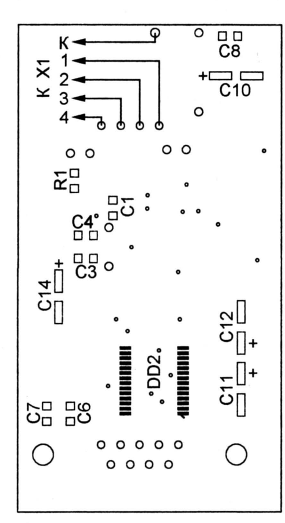


Рис. 2

ем данных, адресуемых компьютером периферийному устройству. В периоды молчания, когда обмена данными нет, микросхема DD1 переходит в "спящий" режим с пониженным энергопотреблением, сигнализируя об этом низким уровнем на выв. 10. Так как этот вывод соединен с управляющим входом преобразователя уровней DD2, последний тоже переходит в экономичный режим.

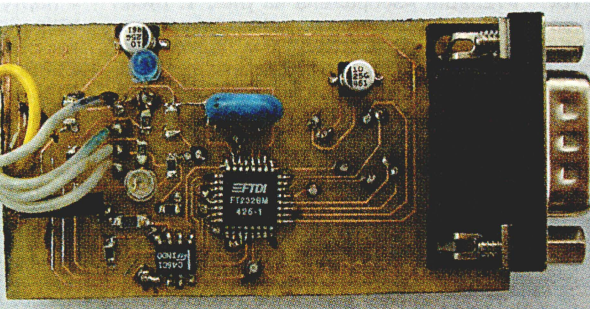


Рис. 3

Выводы 18—25 микросхемы DD1 — входные и выходные линии интерфейса RS-232, однако уровни сигналов здесь соответствуют ТТЛ. Для их преобразования к стандартным для RS-232 служит специализированная микросхема DD2 со встроенными источниками необходимого для этого повышенного положительного и отрицательного напряжения. Периферийное устройство с интерфейсом RS-232 подключают к вилке X2.

Микросхема DD2 указанного на схеме типа обеспечивает обмен данными со скоростью до 230 кБод. Если достаточна вдвое меньшая скорость, вместо нее можно установить микросхемы MAX213CAI, MAX213CWI или SP213ECA. Если требуется скорость до 460 кБод, следует применить микросхему SP213EHCA.

Преобразователь собран на двусторонней печатной плате размерами 65×35 мм, изображенной на **рис. 2**. Плата рассчитана на установку с обеих сторон элементов для поверхностного монтажа: резисторов и неполярных конденсаторов типоразмеров 0805 и 1206, оксидных конденсаторов ELV-A. В переходные отверстия, соединяющие печатные проводники на разных сторонах платы, необходимо вставить и запаять с двух сторон отрезки провода диаметром 0,35...0,5 мм.

Собранный преобразователь показан на **рис. 3**. Фирма FTDI бесплатно предлагает все необходимое для его работы программное обеспечение. Оно находится на интернет-сайте **<http:\\ www.ftdichip.com>** и позволяет создать в компьютере один или несколько виртуальных COM-портов. Приложения Windows работают с этими портами, как с обычным, не заставляя пользователя знать и учитывать особенности обмена данными по USB.

Прежде всего необходимо скачать программу FTD2XXST.exe, находящуюся по адресу **<http://www.ftdichip.com/ Resources/Utilities/FTD2XXST4.zip>**, а также драйвер виртуального COM-порта (VCP) и драйвер D2XX. Упомянутые драйверы находятся на странице **<http://www.ftdichip.com/Drivers/ FT232-FT245Drivers.htm>**, из представленных там вариантов нужно выбрать соответствующие установленной на компьютере операционной системе.

Распакуйте архив драйвера D2XX в отдельную папку. Затем подключите собранный преобразователь к USB-розетке компьютера. Заметив новое устройство, операционная система попросит указать папку, в которой находится его драйвер. В ответ введите имя папки с драйвером D2XX.

Следующий шаг — распаковываем архив с утилитой FTD2XXST.exe, позволяющей быстро и удобно запрограммировать EEPROM (микросхему DS1 на рис. 1) через интерфейс USB.

При первом запуске программы FTD2XXST.exe [4] на экран будет выведено окно, в котором нужно заполнить следующие поля:

Manufacturer (наименование производителя). Произвольное сочетание латинских букв и цифр. Минимальная длина — два символа, суммарная длина полей Manufacturer и Description (см. ниже) не должна превышать 38 символов.

Manufacturer ID (идентификатор производителя). Всегда состоит из двух символов (латинских букв и цифр).

Vendor ID, VID (идентификатор поставщика) и **Product ID**, PID (идентификатор продукта). Это четырехразрядные шестнадцатиричные числа.

Description (описание). Содержимое этого цифробуквенного поля операционная система Windows будет выводить в правом нижнем углу экрана и в меню установки нового устройства.

Фирма FTDI рекомендует заполнять поля следующим образом:

Manufacturer: FTDI.
Manufacturer ID: FT.
Vendor ID: 0403.
Product ID: 6001.
Description: USB Serial Converter.

Если введены другие данные, необходимы соответствующие изменения в сопровождающих драйверы файлах ftdibus.inf, ftdiport.inf, ftdiunin.inf, ftdiun2k.ini, ftd2xx.inf, ftd2xxun.inf. Например, изменив значения VID или PID, необходимо найти в этих файлах текстовые фрагменты VID_0403 или PID_6001 и заменить указанные в них значения идентификаторов вновь введенными. Таким же способом можно заменить и значение Description.

После заполнения всех полей в окне программы станет активной кнопка ▶, а при нажатии на нее будет открыто окно, показанное на **рис. 4**. Флаги **Plug and Play** и **Remote Wakeup** в нем установлены по умолчанию. Первый разрешает компьютеру автоматически опознавать подключенный к нему преобразователь, второй — "будить" преобразователь, находящийся в режиме пониженного энергопотребления, подачей низкого уровня на выв. 19 микросхемы

Прием статей: mail@radio.ru тел. 208-28-38
Вопросы: consult@radio.ru



Рис. 4

Рис. 5

FT232BM. Хотя последнее в данном случае и не требуется, оставим оба флага установленными.

Установка флага у поля **Fixed Serial Number** позволит присвоить преобразователю постоянный порядковый номер. Задавая его, следует помнить, что два и более устройств с одинаковыми номерами к компьютеру подключать нельзя. Лучше этот флаг не устанавливать.

Флаг **Self Powered** устанавливают только для устройств, имеющих собственный источник питания. Для преобразователя, питаемого от шины USB, оставляем его не установленным.

В окне **Max Power (mA)** задают максимальный ток, потребляемый устройством по цепи VBus, по умолчанию — 44 мА. При необходимости можно задать больше, вплоть до 500 мА, разрешенных спецификацией USB. Однако устанавливать предельное значение не рекомендуется, лучше ограничиться, например, 490 мА.

Чтобы вернуться в основное окно программы, нажмите на экранную кнопку **OK**. В нем установите флаг **FT232BM/FT245BM**, в результате чего в окне появятся несколько новых строк с флагами. Нужно установить **Enable Serial Number** и **Int Pull-Down Enable**, а флаг **ISO IN/OUT Endpoint** сбросить, после чего нажать на кнопку **(Save)**. Теперь станут активными и другие кнопки. Чтобы записать введенные данные в EEPROM преобразователя, подключенного к USB, нажмите на кнопку **(Program)**. В окне появится сообщение о произведенной записи и порядковом номере, присвоенном преобразователю. Если выяснилось, что преобразователь не подключен к компьютеру, на экран будет выведено сообщение "Failed to Open Device", а если микросхема DS1 в преобразователе отсутствует, неисправна или имеет восьми-, а не 16-разрядную организацию, — "Failed to Write Device".

Выполнить программирование можно и с помощью пункта **Program** меню **Device**. В нем имеются другие полезные пункты. Например, выбрав **Program to File**, можно записать подготовленный образ EEPROM в двоичный файл. Им можно воспользоваться для загрузки данных в микросхему памяти с помощью обычного программатора. Выполняя пункт **Read**, программа считает содержимое микросхемы DS1 преобразователя и выведет его на экран в шестнадцатиричном формате, как показано на **рис. 5**. Эти данные можно при необходимости отредактировать и записать в файл или обратно в EEPROM. Выполняя пункт **Erase**, программа сотрет содержимое EEPROM, готовя микросхему к новой записи.

Осталось перезагрузить операционную систему компьютера. Обнаружив USB Serial Converter (или устройство под другим именем, указанным в поле Description при программировании EEPROM), система предложит установить для него драйвер. Он находится в папке с распакованным архивом драйвера VCP. Если новое устройство не обнаружено автоматически, можно установить драйвер, воспользовавшись меню "Установка оборудования".

Новый виртуальный COM-порт получит номер, не занятый "настоящими" портами, например COM3. Задайте в его свойствах необходимую скорость передачи данных, подключите к преобразователю периферийное устройство и работайте.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лысенко А., Назмутдинов В., Малыгин И.** Преобразователи интерфейса USB на микросхемах FT8U232AM, FT8U245AM. — Радио, 2002, № 6, с. 20, 21; № 7, с. 36, 37.

2. FT232BM USB UART. — <**http://www.ftdichip.com/Documents/DataSheets/ds232b17.pdf** >.

3. **Слизовский Е.** Интерфейс USB в современных нестандартных периферийных устройствах. — <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2005/04/archive(USB).zip**>.

4. FTD2XXST.exe User's Guide. — <**http://www.ftdichip.com/Resources/Utilities/FTD2XXST_user_guide.pdf**>.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, скриншоты — автора

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 208-28-38

Доработка генератора на PIC16F84A и AD9850

Микросхема прямого синтеза частоты, управляемая микроконтроллером, обеспечивает уникальные параметры измерительного генератора: высокую "кварцевую" стабильность частоты в сочетании с легкостью ее перестройки и установки с клавиатуры. Однако в устройстве, описанном в статье С. Кулешова "Генератор на PIC16F84A и AD9850" в "Радио", 2004, № 3, с. 26—29, не реализованы потенциальные возможности примененных микросхем. В технических характеристиках заявлена точность установки частоты 1 Гц. Но на практике частота выходного сигнала может отличаться от набранной с клавиатуры и показанной индикатором на 0,1...0,6 %, что существенно затрудняет использование генератора. В предлагаемой вниманию читателя подборке предложены два принципиально разных способа устранения этого недостатка, а также другие усовершенствования генератора.

Устранение недостатка генератора без модификации программы микроконтроллера предложил **И. Нечаев** из г. Курска. Выходная частота генератора f_{out} определяется формулой $f_{out} = d \cdot f_{in}/2^{32}$, где d — код частоты, подаваемый на микросхему синтезатора AD9850; f_{in} — частота кварцевого тактового генератора G1 на рис. 2 исходной статьи. Полагая, что выходная частота должна быть равна значению f_{need}, введенному с клавиатуры и отображаемому индикатором, имеем формулу для вычисления кода частоты

$$d = 2^{32} f_{need}/ f_{in} = K \cdot f_{need},$$

где $K = 2^{32}/f_{in}$ — постоянный коэффициент, на который нужно умножить требуемое значение частоты, чтобы получить ее код.

Рис. 1

В исходном устройстве коэффициент K вычисляется целочисленно, в результате чего и образуется погрешность. Если частота тактового генератора равна 100 МГц, коэффициент K должен быть равен $2^{32}/10^8 = 42{,}94967296$, но в программе он округлен до значения 43, что приводит к пропорциональному повышению частоты генерации на 0,12 %. Например, при необходимой частоте 10 МГц выходная частота будет равна $43 \cdot 10^7/42{,}94967296 = 10011717$ Гц.

Такая досадная погрешность существенно снижает эффективность этого генератора и усложняет пользование им, что может оказаться неприятным сюрпризом для тех, кто его уже собрал, так как в описании указана точность установки частоты 1 Гц.

Выходом из этой ситуации может быть изменение частоты кварцевого генератора так, чтобы обеспечить целое значение коэффициента K. Например, для K, равного 43, частота тактового сигнала должна быть $2^{32}/43 = 99882960$ Гц.

После установки генератора тактового сигнала с этой частотой выходная частота генератора стала соответствовать значению, введенному с клавиатуры и отображаемому индикатором, во всем диапазоне рабочих частот. Аналогично можно скорректировать и другие значения частоты тактового генератора.

В порядке дальнейшего совершенствования устройства в него добавлены дополнительные фильтры и генератор модулирующего сигнала. Изменения в схеме показаны на **рис. 1**, на котором нумерация элементов продолжена по отношению к рис. 2 исходной статьи. Добавлен функциональный генератор ЗЧ на микросхеме DD3. Он вырабатывает напряжение прямоугольной, треугольной и синусоидальной формы. Сигнал с одного из выходов этого генератора через переключатель SA1.2 и конденсатор C21 поступает на вывод 12 микросхемы AD9850 (DD2). Напряжение на этом выводе определяет ток выходного ЦАП и, следовательно, амплитуду выходного сигнала синтезатора. Постоянный резистор R11, ранее соединенный с этим выводом, удален. С помощью подстроечного резистора R26 эту регулировку можно осуществлять плавно.

Переключателем SA1 (4П2Н) включают генератор ЗЧ и выбирают форму модулирующего сигнала. Необходимую глубину модуляции для каждой формы устанавливают подбором резисторов R22, R24, R25. Подстроечным резистором R21 устанавливают на выходе элемента DD3.3 форму колебаний, близкую к синусоидальной, с амплитудой несколько сотен милливольт.

Так как микросхема AD9850 имеет два равнозначных выхода, в устройстве реализованы два выхода: низкочастотный — 1 Гц...100 кГц и высокочастотный — от 100 кГц и выше. На каждом выходе установлены соответствующие фильтры: L3L4C9—C11 с частотой среза 100 кГц и L5—L8C12—C16 с частотой среза 33 МГц, имеющий затухание свыше 60 дБ на частотах больше 55 МГц.

Дроссели L3 и L4 — ДМ-0,1 индуктивностью 100 мкГн или аналогичные импортные EC24, можно применить дроссели для поверхностного монтажа. Катушки L5—L8 содержат по 13 витков провода ПЭВ-2 0,3, намотанного на оправке диаметром 4 мм. Все конденсаторы — К10-17 или аналогичные импортные.

* * *

Наиболее общий способ устранения недостатка генератора независимо от его тактовой частоты — совершенствование программы микроконтроллера — предложил **А. Долгий** из г. Москвы. Систематическая погрешность частоты сигнала, генерируемого микросхемой прямого цифрового синтеза (DDS) AD9860, достигает 0,58 % при тактовой частоте 60 МГц. Конечно, генератор, работающий с такой точностью, для практического применения не годится, необходимо найти и устранить причину его неправильной работы. Первое, что показала проверка, — микросхема DDS не виновата. Она старательно исполняет подаваемые микроконтроллером ошибочные команды.

Следующим шагом стал анализ программы микроконтроллера. Выяснилось, что набранное на клавиатуре значение частоты хранится в виде набора десятичных цифр — каждая в отдельном регистре. Программа преобразует десятичное число в 32-разрядный двоичный эквивалент и, умножив его на коэффициент K, получает код частоты для загрузки в микросхему DDS.

```
; Сложение 32-разрядных чисел
; _arga=_arga+_argb.
; При переполнении будет
; установлена 1 в младшем
; разряде _m.
add     movf    _argb,w
        addwf   _arga,f
        btfss   STATUS,C
        goto    add01
        movlw   1
        addwf   _arga+1,f
        btfss   STATUS,C
        goto    add01
        addwf   _arga+2,f
        btfss   STATUS,C
        goto    add01
        addwf   _arga+3,f
        btfsc   STATUS,C
        bsf     _m,0
add01
        movf    _argb+1,w
        addwf   _arga+1,f
        btfss   STATUS,C
        goto    add02
        movlw   1
        addwf   _arga+2,f
        btfss   STATUS,C
        goto    add02
        addwf   _arga+3,f
        btfsc   STATUS,C
        bsf             _m,0
add02
        movf    _argb+2,w
        addwf   _arga+2,f
        btfss   STATUS,C
        goto    add03
        movlw   1
        addwf   _arga+3,f
        btfsc   STATUS,C
        bsf             _m,0
add03
        movf    _argb+3,w
        addwf   _arga+3,f
        btfsc   STATUS,C
        bsf             _m,0
        return

; Загрузка в _argb очередного
; коэффициента из таблицы.
K2b movf  _j,w
        call    KTab
        movwf   _argb
        incf    _j,f
        movf    _j,w
        call    KTab
        movwf   _argb+1
        incf    _j,f
        movf    _j,w
        call    KTab
        movwf   _argb+2
        incf    _j,f
        movf    _j,w
        call    KTab
        movwf   _argb+3
        incf    _j,f
        return

; Умножение десятичной цифры _i
; на коэффициент.
mult
        movwf   _i
        movf    _i,f
mult01
        btfsc   STATUS,Z
        return
        call    add
        decf    _i,f
        goto    mult01

;Таблица коэффициентов
        include "KTab.inc"

; Вычисление кода частоты
; (преобразование десятичного
; числа в двоичное с умножением
; на коэффициент).
_BCDbin
; Прежде всего, сбрасываем
; признак переполнения.
        bcf             _m,0
; Чистим регистры результата и
; указателя таблицы
        clrf    _arga
        clrf    _arga+1
        clrf    _arga+2
        clrf    _arga+3
        clrf    _j
; Собственно преобразование
        call    K2b
        movf    _BCD+7,w
        call    mult
        call    K2b
        movf    _BCD+6,w
        call    mult
        call    K2b
        movf    _BCD+5,w
        call    mult
        call    K2b
        movf    _BCD+4,w
        call    mult
        call    K2b
        movf    _BCD+3,w
        call    mult
        call    K2b
        movf    _BCD+2,w
        call    mult
        call    K2b
        movf    _BCD+1,w
        call    mult
        call    K2b
        movf    _BCD,w
        call    mult
        return

; Пустая подпрограмма
; взамен удаленной.
_mulk
        return

; Проверка допустимости
; заданной частоты
_validvalue
; Было переполнение?
        btfsc   _m,0
        retlw   0
; Читаем допустимое значение.
        call    Fmax
; Частота больше допустимой?
        subwf   _arga+3,w
        btfsc   STATUS,C
        retlw   0
; Все в порядке
        retlw   1
```

Казалось бы, все правильно. Но беда в том, что вместо точного значения коэффициента, равного $2^{32}/f_0$, где f_0 — частота кварцевого генератора, Гц, программа использует округленное до ближайшего целого. Для f_0 = 60 МГц коэффициент K принят равным 72 вместо 71,582788, а для f_0 = 100 МГц — 43 вместо 42,949673. Это и приводит к описанной выше погрешности.

При обсуждении возникшей проблемы пришлось услышать мнение, что выполнять вычисления с нужной точностью не позволяют ограниченные возможности микроконтроллера PIC16F84A, который работает только с целыми числами. К счастью, это не так. Он действительно выполняет операции над восьмиразрядными двоичными числами с фиксированной запятой. Но целое — всего лишь частный случай такого числа, в котором двоичная запятая зафиксирована справа от младшего разряда, вес которого принят равным единице.

Ничто не мешает перенести запятую с привычного места на любое число позиций в сторону старшего разряда. Слева от нее будет расположена целая, а справа — дробная часть числа. Вес первого разряда справа от запятой будет равным 1/2, следующего за ним — 1/4 и так далее. Если, например, отвести на хранение целой части числа четыре старших, а дробной — четыре младших разряда восьмиразрядной ячейки памяти, получим возможность хранить в ней числа от нуля до 15,9375 с дискретностью 0,0625 (1/16). Если такая точность недостаточна, числу отводят два, три и более восьмиразрядных регистров (байтов), фиксируя запятую в нужном месте. Алгоритмы выполнения операций над многобайтовыми числами с помощью восьмиразрядного процессора хорошо известны и широко используются.

Оперируя с дробными числами, нужно не забывать нормировать операнды (совмещать их двоичные запятые) перед сложением или вычитанием, а после умножения или деления правильно определять положение запятой в результате. В нашем случае заданное в герцах и представленное 32-разрядным двоичным целым числом значение частоты нужно умножать на коэффициент K, представленный восьмиразрядной целой и 24-разрядной дробной частями. В 64-разрядном результате перемножения двух 32-разрядных чисел целая часть займет 40 старших разрядов. Код для загрузки в микросхему DDS — 32 младших разряда целой части. По существу — это двоичная дробь, равная отношению заданной частоты к частоте кварцевого генератора.

Подпрограмма, реализующая такой алгоритм, была написана и отлажена. Однако выяснилось, что она длиннее заменяемой подпрограммы mulk(), а свободного места в программной памяти микроконтроллера PIC16F84A нет, так как авторский вариант программы занимает ее всю — ровно 1024 слова. Чтобы освободить место в памяти, пришлось обратиться к созданному компилятором языка C, на котором написана исходная программа, промежуточному результату — файлу на языке ассемблера. Как и ожидалось, созданный компилятором ассемблерный текст страдает избыточностью, в нем многое удалось сократить. В результате всех изменений и дополнений длина программного кода уменьшилась с 1024 приблизительно до 800 слов, так что осталось место и для будущих улучшений.

Прежде всего, удален фрагмент от метки _add__code до метки _mulk__end, содержащий подпрограммы _add, _shl, _mul10, _BCDbin и _mulk, "ответственные" за вычисление загружаемого в микросхему DDS кода. Удалена также подпрограмма _validvalue (от метки _validvalue__code до метки _validvalue__end), проверяющая допустимость заданного значения частоты.

Текст подпрограмм, разработанных взамен удаленных, приведен в **таблице**. Для удобства они объединены в отдельный файл mulk.inc, который включен в дорабатываемую программу директивой include "mulk.inc". Строка с этой директивой заняла место первого из удаленных фрагментов.

Метки и переменные (например, _arga), "унаследованные" от программы, созданной компилятором языка C, сохранили имена, начинающиеся с символа "подчеркивание". Вновь введенные имена, область действия которых не распространяется за пределы включаемого файла, этой особенности не имеют.

тел. 208-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Обратите внимание, подпрограмма _mulk, умножавшая двоичное значение частоты на коэффициент и давшая имя включаемому файлу, теперь состоит из единственной команды возврата и ничего не делает. При желании эту подпрограмму можно было исключить вообще, удалив из основной программы ее вызов.

Нужный двоичный код теперь формирует в один прием подпрограмма _BCDbin. Она поочередно умножает каждый десятичный разряд заданного значения частоты (они занимают восемь ячеек с адресами _BCD—_BCD+7) на соответствующий коэффициент, накапливая результат в 32-разрядной переменной _arga, четыре байта которой хранятся по адресам _arga—_arga+3.

Умножение выполняет подпрограмма mult простейшим способом, складывая с помощью подпрограммы add взятое из таблицы значение коэффициента само с собой на один раз меньше значения десятичной цифры. В результате оптимизации подпрограмма add значительно короче удаленной _add. Вся процедура вычисления загружаемого в микросхему DDS кода частоты занимает немногим более 2 мс. Ее можно ускорить, заменив подпрограмму mult более совершенной.

Заранее рассчитанные 32-разрядные коэффициенты хранятся в таблице, находящейся в еще одном включаемом директивой include файле KTab.inc. Для автоматического формирования этой таблицы разработана программа KTab, работающая в среде Windows. При ее запуске на экране компьютера будет открыто показанное на **рис. 2** окно, в котором необходимо задать (или принять предлагаемые) значения частоты кварцевого генератора и предельной. Сформированная таблица будет отображена на экране. Нажав на экранную кнопку "Сохранить", ее записывают в файл (по умолчанию — KTab.inc).

Расчет таблицы коэффициентов для AD9850

Частота кварца, МГц: 100 [Сохранить]

```
; Кварц 100,000 МГц.
KTab    addwf   PCL,f
K1      dt      0x2B,0x00,0x00,0x00  ; 43
K10     dt      0xAD,0x01,0x00,0x00  ; 429
K100    dt      0xC7,0x10,0x00,0x00  ; 4295
K1K     dt      0xC6,0xA7,0x00,0x00  ; 42950
K10K    dt      0xB9,0x8D,0x06,0x00  ; 429497
K100K   dt      0x37,0x89,0x41,0x00  ; 4294967
K1M     dt      0x29,0x5C,0x8F,0x02  ; 42949673
K10M    dt      0x9A,0x99,0x99,0x19  ; 429496730
Fmax    dt      0x4D ; 30,078125 МГц
```

Максимальная генерируемая частота, МГц

0 25,000 50,000

Рис. 2

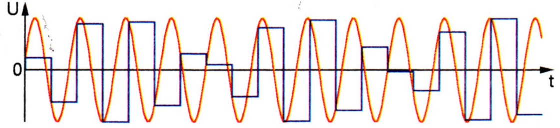


Рис. 3

Как видим, для разряда единиц герц задан коэффициент K1, округленный до целого. При вычислении коэффициента K10 для разряда десятков герц точное значение умножено на 10 и лишь затем округлено и так далее. Коэффициент K10M для разряда десятков мегагерц имеет девять точных десятичных знаков. Конечно, такой способ вычисления кода частоты не позволяет достичь теоретически возможной погрешности $f_0 \cdot 10^{-32}$ Гц. Однако ошибка не превосходит долей герца, чего на практике более чем достаточно.

Последняя строка таблицы не имеет отношения к коэффициентам. В ней записана константа Fmax, используемая программой микроконтроллера при проверке допустимости значения частоты, набранного на клавиатуре генератора. Первый этап такой проверки происходит во время преобразования десятичного числа в двоичное. Выполняя каждое сложение, подпрограмма add проверяет, не произошло ли переполнение разрядной сетки. Сигнализируя о нем, она заносит единицу в младший разряд переменной _m, который был обнулен подпрограммой _BCDbin в начале преобразования.

Переполнение случается, если задано значение, большее частоты кварцевого генератора. Если не принять мер, то, например, при частоте генератора 40 МГц и заданной 50 МГц будет сформирован и загружен в микросхему DDS код частоты 10 МГц.

Второй этап проверки выполняет подпрограмма _validvalue. Прежде всего, она проверяет младший разряд переменной _m и возвращает основной программе значение 0, если переполнение произошло. Если его не было, подпрограмма сравнивает значение старшего байта двоичного кода частоты (_arga+3) с константой Fmax из таблицы KTab. При содержимом _arga+3 меньше Fmax все в порядке, основная программа получает 1, в противном случае — 0. Так как младшие байты кода в сравнении не участвуют, устанавливать предельную частоту можно лишь с дискретностью $f_0/256$, что на практике вполне достаточно.

В соответствии с известной теоремой Котельникова частота сигнала, формируемого цифровым способом, не может превышать половины частоты квантования. Для микросхемы AD9850 — половины частоты сигнала, подаваемого на ее вывод 9, т. е. частоты кварцевого генератора f_0. Однако, подключив к выходу микросхемы осциллограф и задав частоту немного меньше $f_0/2$, увидим на экране ступенчатую кривую, показанную на **рис. 3** синей линией и весьма отдаленно напоминающую изображенную красной линией синусоиду заданной частоты. Это не дефект микросхемы. Точно таким же будет выходной сигнал любого ЦАП, на вход которого поданы отсчеты "цифровой" синусоиды, а выходное напряжение в интервалах между отсчетами не изменяется.

Не вдаваясь в теоретические подробности, отметим, что спектр созданного таким способом сигнала содержит кроме основной составляющей с заданной частотой f множество паразитных с частотами $f_0 \pm f$, $2f_0 \pm f$, $3f_0 \pm f$ и так далее. На **рис. 4** показаны спектральная составляющая основной частоты (f=30 МГц при f_0 = 100 МГц) и ближайшая к ней паразитная (частотой 100–30=70 МГц). Как видим, их амплитуды, соответственно U_1 и U_2, различаются немногим более чем в два раза. Их изменение при перестройке происходит по закону, показанному на рис. 4 голубой линией. Вблизи частоты $f_0/2$ основная и паразитная составляющие практически равны. Именно их биения создают картину, наблюдаемую на экране осциллографа. Выбирая соотношение предельной частоты формируемого сигнала к частоте квантования, следует ориентироваться на требуемую чистоту спектра генерируемого сигнала.

Голубой линией на **рис. 5** показана зависимость уровня максимальной паразитной составляющей относительно основной, измеренная на выводе 21 микросхемы DDS. Этот уровень ниже –20 дБ лишь в диапазоне 0...7 МГц. Чтобы расширить рабочий диапазон частот генератора, выходной сигнал DDS необходимо фильтровать.

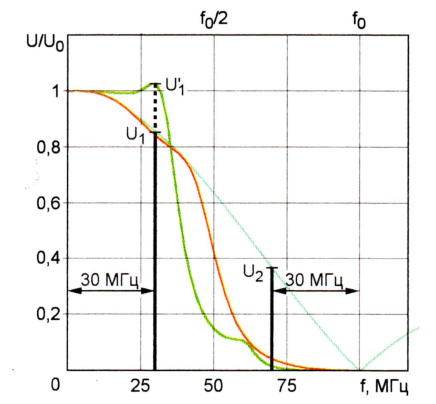


Рис. 4

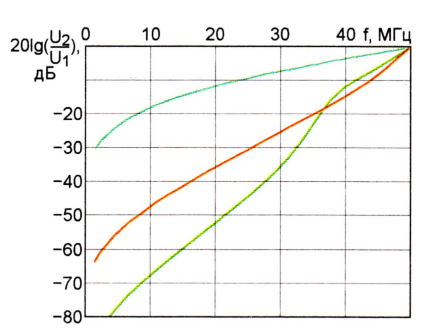


Рис. 5

На выходе примененного С. Кулешовым фильтра Z1 (см. рис. 2 в его статье) зависимость амплитуды спектральных составляющих от частоты принимает вид, показанный на рис. 4 красной линией. Тот же цвет имеет соответствующая кривая на рис. 5. С таким фильтром уровень паразитной составляющей в обычно интересующем радиолюбителей диапазоне 0...30 МГц не превышает –25 дБ.

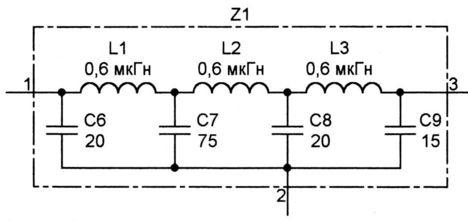


Рис. 6

Формирование сигнала с помощью ЦАП имеет еще один недостаток — заметно зависит от частоты амплитуда основной спектральной составляющей. Как следует из графиков на рис. 4, на частоте 30 МГц она меньше максимальной приблизительно на 15 % и без фильтра, и с фильтром, имеющим плоскую АЧХ в полосе прозрачности. Скомпенсировать падение амплитуды можно с помощью фильтра с подъемом АЧХ в сторону верхних частот.

На **рис. 6** изображена схема такого фильтра, отличающегося от рассмотренного выше номиналами элементов и дополнительным звеном L3C9, реализующим нужный подъем АЧХ. Устанавливая его в генератор, необходимо увеличить сопротивление резистора R14 до 560 Ом (на практике может потребоваться подборка). Зависимости для DDS с таким фильтром показаны на рис. 4 и 5 зелеными линиями. Теперь амплитуда выходного сигнала U_1' остается практически неизменной в диапазоне 0...30 МГц. Заодно улучшено на 10 дБ и более подавление паразитной компоненты.

Следует отметить, что преобразование синусоидального сигнала в прямоугольные импульсы с помощью компаратора лишь незначительно снижает уровень паразитных спектральных составляющих ценой увеличения их числа. В рассмотренном выше случае амплитуду "палки" на частоте 70 МГц компаратор уменьшит всего вдвое (на 6 дБ), зато составляющая такой же амплитуды появится на частоте 10 МГц.

В заключение — о технологии подготовки исправленной версии кода, подлежащего загрузке в микроконтроллер генератора. За основу можно взять любой из вариантов файла AD9850.asm, находящихся на сайте журнала "Радио" по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2004/03/generatorAD9850.zip**>. Неважно, на какую частоту кварцевого генератора он рассчитан, необходимо лишь убедиться, что выбранный вариант предназначен для работы с нужным ЖК индикатором — одно- или двустрочным.

Удалите из файла AD9850.asm все лишнее, как сказано в начале статьи, и добавьте в него строку с директивой include, подключающей файл mulk.inc. Этот файл должен находиться в одной папке с "урезанным" AD9850.asm. Туда же следует поместить файл KTab.inc на нужную частоту, полученный с помощью программы KTab.

Полезно дополнить файл AD9850.asm строкой

```
__CONFIG _RC_OSC & _WDT_OFF & _PWRTE_ON
```

Вставьте ее после строки

```
include "p16F84a.inc"
```

в самом начале текста программы. В результате отпадет необходимость задавать конфигурацию микроконтроллера при его программировании. Это будет сделано автоматически.

Ассемблерный файл превращают в загрузочный формата HEX с помощью ассемблера MPASM, входящего в состав среды разработки и отладки программ MPLAB IDE. Если ассемблер выдает большое число сообщений об ошибках, это, скорее всего, следствие того, что он не смог найти файл p16F84a.inc с описанием регистров микроконтроллера. Найдите этот файл вручную и поместите его копию в ту же папку, где находится основной транслируемый файл.

***От редакции.** Файл mulk.inc и программа KTab.exe размещены на FTP-сервере редакции по адресу < **ftp://ftp.radio.ru/pub/2005/10/genAD9850_1.zip**>.*

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков

Лабораторный источник питания с микроконтроллерным управлением

В. ОРАЗОВ, г. Дашогуз, Туркменистан

Применение микроконтроллера в лабораторном источнике питания (ИП) расширило возможности прибора, позволив не только стабилизировать напряжение, но и автоматически поддерживать заданный ток нагрузки, а также заряжать аккумуляторы. ИП защищен от перегрузки по току, от опасного повышения выходного напряжения и от перегрева регулирующих транзисторов. Он снабжен семиразрядным светодиодным цифровым индикатором и линейной шкалой из восьми светодиодов, показывающей отношение текущего значения тока нагрузки к установленному предельному.

После включения ИП в сеть на его индикатор будет выведен логотип, а спустя 30 с прибор перейдет в дежурное состояние, в котором напряжение на его выходе отсутствует, а индикатор показывает значение сетевого напряжения. Переход можно ускорить, нажав на "колесико" манипулятора, сделанного из компьютерной мыши. В дальнейшем, вращая "колесико" и нажимая на кнопки манипулятора, можно регулировать выходное напряжение и другие параметры ИП (например, порог срабатывания токовой защиты).

Нажатием на кнопку "Power" на передней панели ИП переводят в рабочий режим: выходное напряжение 12,6 В, ток срабатывания защиты 0,5 А, нагрузка отключена. До включения нагрузки или после него значения напряжения и тока можно изменить. При повторном переводе ИП в дежурное состояние все сделанные установки будут сохранены в памяти микроконтроллера и с возвратом в рабочее состояние восстановлены.

В режиме стабилизации выходного тока выходное напряжение автоматически уменьшается или увеличивается, поддерживая ток нагрузки равным заданному. При зарядке аккумуляторов выходное напряжение автоматически устанавливается равным значению, соответствующему заданному зарядному току. Каждые 10 с ИП временно прекращает зарядку и измеряет ЭДС аккумулятора. Если она меньше соответствующей полной зарядке, процесс продолжается, в противном случае ИП уменьшает зарядный ток в 10 раз и выводит на индикатор сообщение об этом. Когда и при уменьшенном зарядном токе ЭДС достигнет значения, соответствующего полной зарядке, ток будет уменьшен еще в десять раз. Эта процедура будет повторяться, пока ток не станет меньше 2,5 мА — минимального фиксируемого ИП значения. При меньшем токе выходное напряжение ИП в режимах стабилизации тока и зарядки аккумуляторов не изменяется, что предотвращает его произвольный рост в отсутствие нагрузки.

Технические характеристики

Выходное напряжение, В . . . .0...30,72
Шаг установки выходного напряжения, В 0,01
Выходной ток, А . . . . . . .0,0025...10,24
Шаг установки выходного тока, А .0,0025
Шаг установки порога токовой защиты, А 0,0025
Максимальная выходная мощность, Вт 200
Размах пульсаций (при выходном напряжении 12 В и токе нагрузки 3 А), мВ 8
Частота пульсаций, кГц . . . . .1...2
Время срабатывания токовой защиты, мс 10
Время установления выходного тока, с 0,5
Время установления тока зарядки аккумулятора, с 5

Как уже сказано, в дежурном состоянии ИП его индикатор показывает значение сетевого напряжения, например, **AC–220u**. В рабочем состоянии нажатиями на кнопки "Up" и "Down" на передней панели ИП выбирают для отображения на индикаторе следующие параметры:

— выходное напряжение, В, и ток нагрузки, А, одновременно. Выводимые значения округлены до одного десятичного разряда после запятой. Например, **12,6–0,5**;

— выходное напряжение, В, с точностью два десятичных разряда после запятой. Например, **12,55 u**. При нажатом "колесике" манипулятора — фактическое значение, при отпущенном — заданное. В режиме **CHARGE** (см. ниже) выводится заданное значение ЭДС полностью заряженного аккумулятора;

— ток нагрузки, А, с точностью в три десятичных знака после запятой. Например, **0,482 A**;

— мощность, потребляемая нагрузкой, Вт, с точностью в три десятичных знака после запятой. Например, **P 6,049** или **P203,721**;

— сопротивление нагрузки, Ом, например, **r124,727**. При нулевом токе нагрузки выводится надпись **R OVER**;

— режимы работы ИП: **NORMAL** (обычный) или **CHARGE** (зарядка аккумулятора);

— режимы работы токовой защиты: **PROTECT** (отключение при превышении заданного порога) или **RESTRIC** (поддержание заданного тока автоматической регулировкой выходного напряжения). При одновременном выборе режимов **RESTRIC** и **CHARGE** приоритет имеет последний;

— ток срабатывания защиты или автоматически поддерживаемое значение

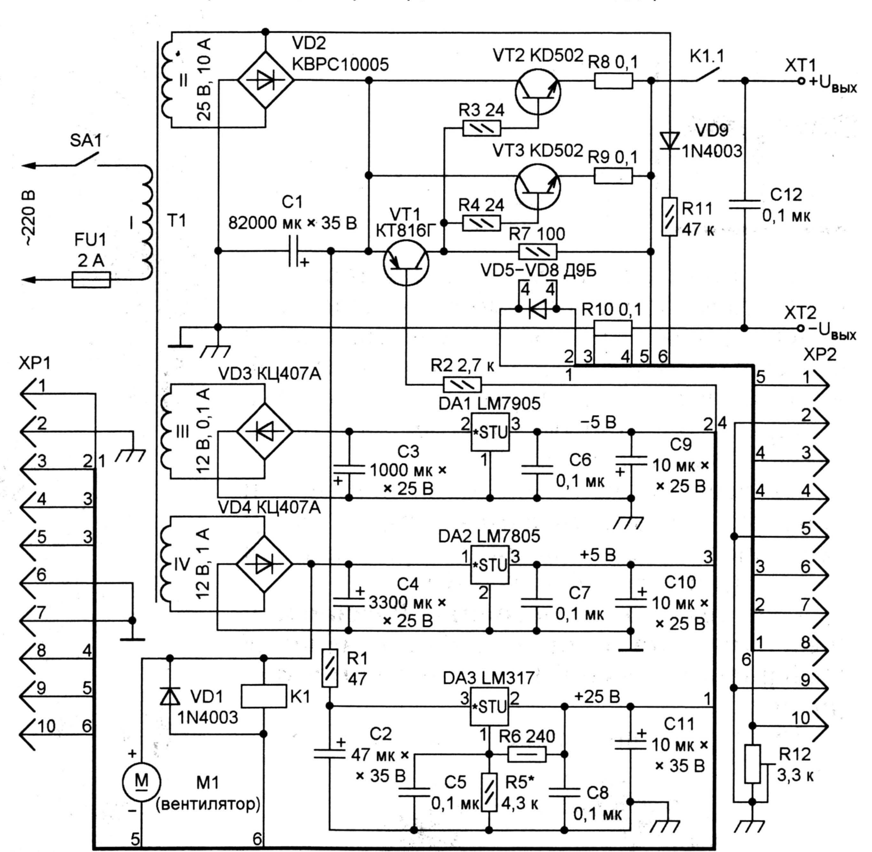
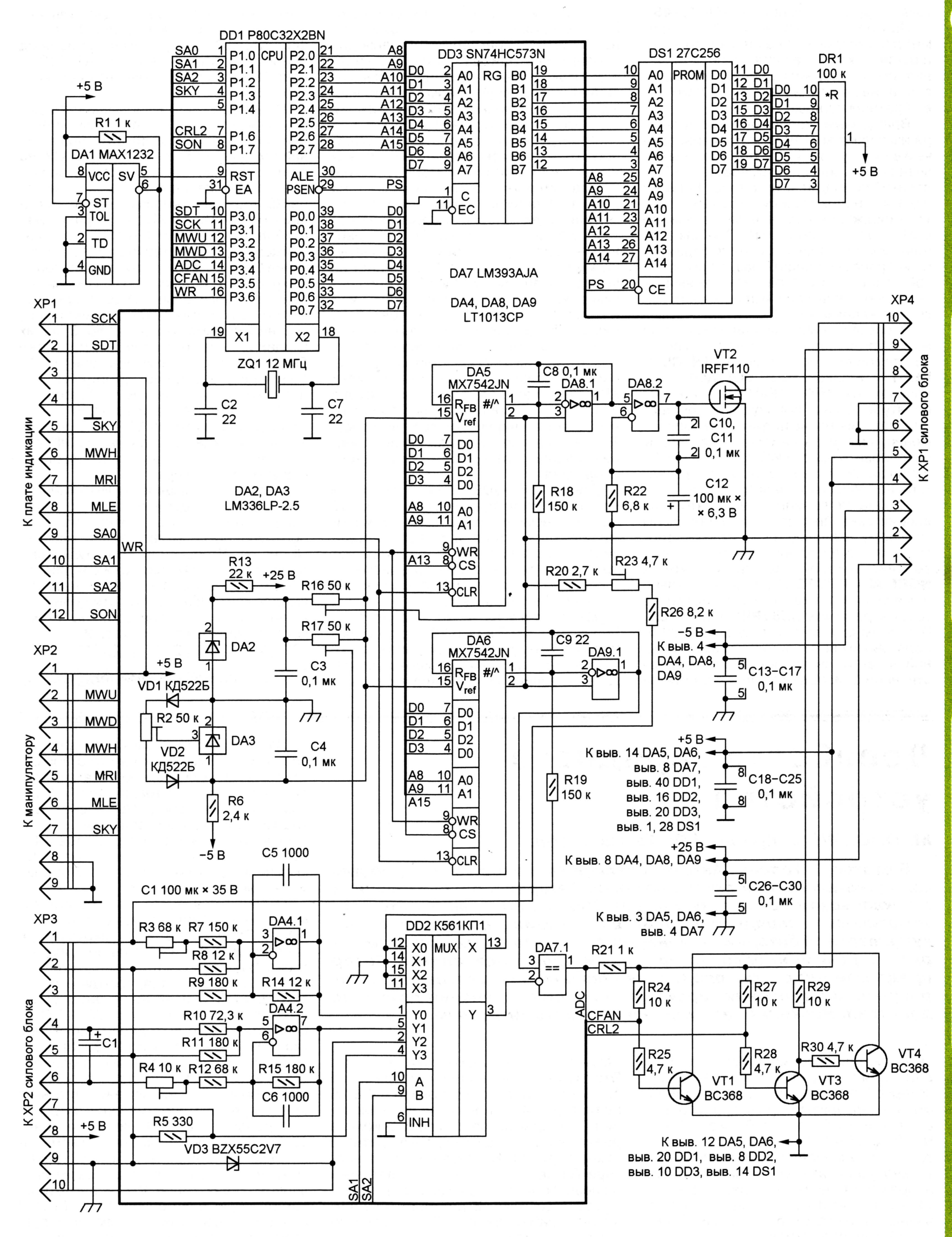


Рис. 1

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ
Прием статей: mail@radio.ru тел. 207-89-00
Вопросы: consult@radio.ru



DD1 P80C32X2BN
CPU
SA0
SA1
SA2
SKY
CRL2
SON
RST
EA
SDT
SCK
MWU
MWD
ADC
CFAN
WR
P1.0
P1.1
P1.2
P1.3
P1.4
P1.6
P1.7
P3.0
P3.1
P3.2
P3.3
P3.4
P3.5
P3.6
P2.0
P2.1
P2.2
P2.3
P2.4
P2.5
P2.6
P2.7
ALE
PSEN
P0.0
P0.1
P0.2
P0.3
P0.4
P0.5
P0.6
P0.7
X1
X2
+5 В
R1 1 к
DA1 MAX1232
VCC
SV
ST
TOL
TD
GND
DD3 SN74HC573N
RG
EC
DS1 27C256
PROM
CE
PS
DR1
100 к
*R
DA7 LM393AJA
DA4, DA8, DA9
LT1013CP
ZQ1 12 МГц
C2
22
C7
22
XP1
К плате индикации
SCK
SDT
SKY
MWH
MRI
MLE
SA0
SA1
SA2
SON
DA2, DA3
LM336LP-2.5
DA5
MX7542JN
C8 0,1 мк
DA8.1
DA8.2
VT2
IRFF110
C10,
C11
0,1 мк
R18
150 к
R22
6,8 к
C12
100 мк ×
× 6,3 В
R13
22 к
+25 В
R16 50 к
R17 50 к
R20 2,7 к
R23 4,7 к
R26 8,2 к
XP4
К XP1 силового блока
XP2
+5 В
DA2
VD1 КД522Б
R2 50 к
DA3
VD2
КД522Б
C3
0,1 мк
C4
0,1 мк
R6
2,4 к
−5 В
К манипулятору
MWU
MWD
DA6
MX7542JN
C9 22
DA9.1
R19
150 к
−5 В
К выв. 4
DA4, DA8,
DA9
C13–C17
0,1 мк
+5 В
К выв. 14 DA5, DA6,
выв. 8 DA7,
выв. 40 DD1,
выв. 16 DD2,
выв. 20 DD3,
выв. 1, 28 DS1
C18–C25
0,1 мк
+25 В
К выв. 8 DA4, DA8, DA9
C26–C30
0,1 мк
К выв. 3 DA5, DA6,
выв. 4 DA7
C5 1000
C1 100 мк × 35 В
XP3
К XP2 силового блока
R3 68 к
R7 150 к
R8 12 к
DA4.1
R9 180 к
R14 12 к
R10 72,3 к
DA4.2
R11 180 к
R4 10 к
R12 68 к
R15 180 к
C6 1000
C1
R5 330
VD3 BZX55C2V7
DD2 К561КП1
MUX
INH
DA7.1
R21 1 к
R24
10 к
R27
10 к
R29
10 к
R25
4,7 к
R28
4,7 к
R30 4,7 к
VT1
BC368
VT3
BC368
VT4
BC368
К выв. 12 DA5, DA6,
выв. 20 DD1, выв. 8 DD2,
выв. 10 DD3, выв. 14 DS1

Рис. 2

тока нагрузки, А. Например, **PR 1,245**.

При нажатиях на кнопку "Up" параметры, выведенные на индикатор, сменяются по кольцу в порядке перечисления (за последним следует первый), а при нажатиях на кнопку "Down" — в обратном порядке.

Вращением "колесика" манипулятора изменяют значение параметра, причем в тех случаях, когда отображены названия режимов работы, вращение "колесика" приводит к их смене. Если ни одна из кнопок манипулятора не нажата, напряжение изменяется шагами по 0,01 В, а ток — по 2,5 мА. При нажатой правой кнопке шаг изменения параметра возрастает в десять раз, а при нажатой левой — в сто раз. Нажатиями на "колесико" включают и выключают выходное напряжение ИП.

В случае срабатывания какой-либо из защит на индикатор выводится соответствующее сообщение: **HIGH CURRENT** — токовой, **HIGH VOLTAGE** — по напряжению, **HIGH TEMPER** — по температуре. Слова, образующие сообщение, появляются на индикаторе попеременно, сменяясь каждые 0,5 с. Чтобы возобновить работу ИП после срабатывания защиты, необходимо дважды нажать на "колесико" манипулятора.

Показания линейного индикатора из восьми светодиодов пропорциональны текущему значению тока нагрузки относительно установленного порога срабатывания токовой защиты в режимах **NORMAL** и **PROTECT** или относительно номинального тока нагрузки (зарядного тока) в режимах **RESTRIC** и **CHARGE**. В первом случае при токе менее 30 % порогового светится только самый нижний зеленый светодиод, а о непосредственной близости к порогу свидетельствует свечение самого верхнего (красного). Во втором случае при номинальном токе одновременно включены два средних светодиода шкалы (зеленый и желтый), красный светодиод сигнализирует о почти двукратном превышении заданного значения, а самый нижний зеленый — об отсутствии нагрузки.

Конструктивно ИП состоит из силового блока, платы управления, платы индикации и выносного манипулятора. Схема силового блока показана на **рис. 1**. Напряжение основного выпрямителя, подключенного к обмотке II сетевого трансформатора T1 и собранного на диодном мосте VD2 с фильтрующим конденсатором C1, поступает на выход ИП (зажимы XT1 и XT2) через регулирующие транзисторы VT2, VT3 и контакты реле K1.1. Через конт. 1 и 3 вилки XP2 выходное напряжение поступает на плату контроллера и сравнивается там с образцовым. Сигнал рассогласования через конт. 8 вилки XP1 поступает на базу транзистора VT1, с коллектором которого соединены базы регулирующих транзисторов. Так замыкается обратная связь, обеспечивающая стабилизацию выходного напряжения.

Диоды VD5—VD8 прижаты к верхней части корпусов транзисторов VT2 и VT3 металлическими лепестками, зажатыми под головки винтов, крепящих транзисторы к теплоотводам. Диоды служат датчиками температуры транзисторов и соединены с платой контроллера через конт. 7 и 8 вилки XP2.

Датчик тока нагрузки — шунт R10. Через конт. 4 и 6 вилки XP2 пропорциональное этому току напряжение также поступает на плату контроллера. Для измерения напряжения в сети использована часть пропорционального ему напряжения на обмотке II трансформатора T1, подаваемая через диод VD9 и резистивный делитель R11R12 на конт. 10 вилки XP2 и далее на плату контроллера.

Из напряжения, выпрямленного диодным мостом VD2, с помощью интегрального стабилизатора DA3 получено напряжение +25 В, питающее ОУ на плате контроллера. Его точное значение устанавливают подборкой резистора R5. Еще два выпрямителя (на диодных мостах VD3 и VD4) с интегральными стабилизаторами DA1 и DA2 дают напряжения соответственно −5 В (для питания ОУ) и +5 В (для питания цифровых микросхем и индикаторов). Несимметричное относительно общего провода (+25 и −5 В) питание ОУ связано с тем, что напряжения менее −2,56 В на их входах и выходах в данном устройстве быть не может, поэтому большое (по абсолютному значению) отрицательное напряжение питания и не требуется.

Вентилятор M1, обдувающий теплоотводы транзисторов VT2, VT3, и реле K1, замыкающее выходную цепь ИП, работают по командам, поступающим с платы контроллера.

Обратите внимание, в ИП имеются две отдельные цепи общего провода, "цифровая" и "аналоговая", условно обозначенные соответственно знаками ⊥ и ⏊. Чтобы уменьшить пульсации выходного напряжения, они соединены только в одном месте — на минусовом выводе конденсатора C1. Эти цепи разделены и на плате контроллера, схема которой изображена на **рис. 2**.

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков

(Окончание следует)

Доработка зарядного устройства

М. ОЗОЛИН, с. Красный Яр Томской обл.

В статье С. Голова "Автоматическое зарядное устройство для свинцово-кислотной аккумуляторной батареи", опубликованной в декабрьском номере журнала за 2004 г., описано простое автоматическое зарядное устройство для свинцово-кислотной аккумуляторной батареи, реализующее оптимальный алгоритм зарядки, рекомендованный фирмами-производителями. Автор предлагаемой статьи предпринял попытку его дальнейшего упрощения и улучшения характеристик при сохранении принципа действия. Насколько это удалось — судить читателям.

Автоматическое зарядное устройство для свинцово-кислотной аккумуляторной батареи, реализующее фирменный алгоритм зарядки, описанное в статье С. Голова ("Радио", 2004, № 12, с. 29—31), отличается простотой. Тем не менее его можно дополнительно упростить, уменьшить падение напряжения на резисторах—датчиках тока и повысить стабильность напряжения третьего этапа зарядки. Схема доработанного устройства показана на **рис. 1**. Транзистор VT1 включен как источник стабильного тока 5...7 мА. Этот ток создает падение напряжения 1,4 В на резисторе R3 и около 0,4 В на резисторе R4. Напряжение на резисторе R3 складывается с напряжением на резисторе R2 — датчике тока третьего этапа зарядки. Напряжение на резисторе R4 складывается с напряжением на резисторе R1 — датчике тока первого этапа зарядки. В результате напряжение срабатывания обоих датчиков тока не превышает 0,2 В (вместо 0,6 В в прототипе).

На первом этапе зарядки горят все светодиоды. Окончание этого этапа соответствует уменьшению тока зарядки до 0,7 А. При этом транзистор VT3 закрывается, светодиод HL3 гаснет. Выходное напряжение стабилизируется на уровне 14,4...14,6 В. Светодиоды HL1, HL2 и излучающий диод оптрона U1 включены, фотодиод оптрона U1 открыт, а транзистор VT4 закрыт.

Окончанию второго этапа соответствует уменьшение зарядного тока до 0,11 А. Транзистор VT2 закрывается, светодиод HL2 и излучающий диод оптрона U1 выключаются, фотодиод оптрона U1 закрывается, транзистор VT4 открывается и шунтирует диод VD15, выключая его из цепи VD4—VD15, вследствие чего выходное напряжение скачком уменьшается до 13,8...14 В.

Применение ключевого полевого транзистора VT4 существенно повысило стабильность напряжения третьего этапа зарядки. Сопротивление открытого транзистора VT4 не превышает 10 Ом. Падение напряжения на нем (несколько милливольт) существенно меньше, чем на соответствующем биполярном транзисторе VT4 в прототипе, которое примерно равно 0,1 В. Другой недостаток прототипа: выключение светодиода—индикатора второго этапа зарядки и фактическое начало третьего

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 207-89-00

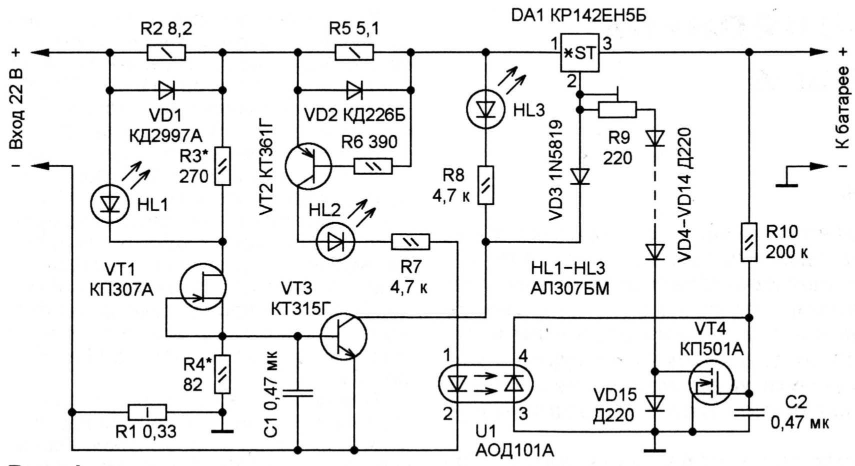
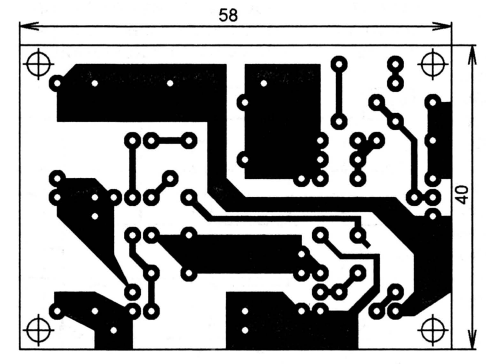


Рис. 1



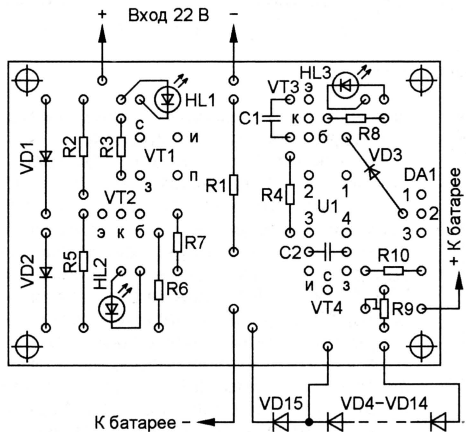


Рис. 2

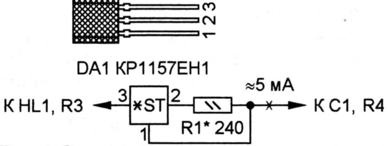


Рис. 3

этапа (открывание транзистора VT4) происходило в разные моменты. В доработанном устройстве этот недостаток устранен, поскольку излучающий диод оптрона U1 выключается одновременно со светодиодом HL2.

Конструкция и детали. Устройство смонтировано на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 2**. Транзистор VT1 — любой из серий КП302, КП307 с начальным током стока 5...7 мА. Если начальный ток больше, в цепь истока включают резистор, сопротивление которого подбирают так, чтобы ток стабилизации вошел в указанные выше пределы. Стабилизатор тока можно также собрать по схеме, показанной на **рис. 3**. Ток стабилизации рассчитывают по формуле $I_{стаб} = I_{пот}+1{,}25/R1$, где $I_{пот}$ — ток потребления микросхемы DA1 (0,05...0,1 мА).

Желательно применить диод Шотки (VD1), чтобы уменьшить падение напряжения на нем. Диод VD2 — обязательно кремниевый. Оба этих диода должны быть рассчитаны на максимальный ток зарядки. Диод VD3 — любой маломощный кремниевый или с барьером Шотки.

Налаживание устройства заключается в подборе сопротивления резисторов R3 и R4 так, чтобы падения напряжения на них были равны 1,4 и 0,4 В соответственно. Регулировку напряжения второго этапа зарядки и тока окончания каждого этапа зарядки выполняют так же, как в прототипе.

Доработанное устройство успешно использовано для зарядки мотоциклетной аккумуляторной батареи 6СТ9. При этом сопротивление резисторов—датчиков R1, R2, R5 было соответственно уменьшено до 0,27; 6,8 и 4,3 Ом.

Примечание редакции. *Источник питания доработанного зарядного устройства не имеет общего провода с заряжаемой батареей, что в некоторых случаях неприемлемо. Тогда необходимо вернуться к исходному устройству С. Голова, в котором биполярный транзистор КТ315Г (VT4) может быть заменен ключевым полевым транзистором из серии КП501. Его затвор, сток и исток соответственно включают вместо базы, коллектора и эмиттера. Напряжение на затворе этого транзистора необходимо ограничить до 5...15 В маломощным стабилитроном, подключив его катод к затвору, а анод — к истоку.*

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков

тел. 207-89-00 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Управление биполярным переключательным транзистором

В. ВОЛОДИН, г. Одесса, Украина

Как правило, самые мощные транзисторы, выпускаемые в настоящее время, ориентированы на применение в качестве переключательных элементов в различных преобразовательных устройствах. Идеальный переключатель должен не только иметь бесконечно большое сопротивление в закрытом состоянии и нулевое в открытом, но и моментально переходить из одного состояния в другое при нулевой мощности управления. Чем ближе реальный переключатель по своим параметрам к идеальному, тем выше его эффективность.

Автор этой статьи считает, что при определенных условиях биполярный транзистор как переключатель может успешно соперничать с полевым.

Практически до конца 70-х годов биполярным транзисторам не было достойной альтернативы в качестве мощных переключательных элементов в импульсных источниках электропитания, но впоследствии были вытеснены униполярными (полевыми). Основным недостатком биполярного транзистора, из-за которого он сдал свои позиции, был слишком большой ток управления. Особенно это характерно для мощных высоковольтных транзисторов с малым статическим коэффициентом передачи тока базы $h_{21Э}$. Проблему уменьшения тока управления пытались решать использованием составных транзисторов, но они проигрывали одиночным по напряжению насыщения и частотным характеристикам.

Появление первых полевых транзисторов дало повод говорить о вытеснении и полной замене ими биполярных транзисторов во многих областях применения [1]. Однако на практике все оказалось не так однозначно. Если по сопротивлению открытого канала низковольтные переключательные полевые транзисторы предпочтительнее биполярных, то с повышением коммутируемого напряжения свое преимущество они быстро теряют. Это позволяет эффективно использовать полевые транзисторы только в высокочастотных сравнительно низковольтных (не более 100 В) коммутаторах. Плюсовой температурный коэффициент сопротивления канала полевого транзистора практически ограничивает максимальную температуру его кристалла на уровне 150 °С, тогда как для биполярных транзисторов максимальная температура достигает 200 °С.

В попытке скомбинировать полезные свойства полевой и биполярной структур были созданы биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT). Уже в первом поколении они по плотности тока в 20 раз превосходили полевые и в 5 раз биполярные транзисторы, хотя имели относительно высокое время выключения — 10...20 мкс. К концу 80-х появились IGBT второго поколения, рассчитанные на ток в сотни ампер и напряжение до 1200 В и имеющие время выключения 200...300 нс [1]. В настоящее время ведущие производители мощных переключательных приборов сокращают производство биполярных транзисторов. Между тем по сравнению с биполярными транзисторами IGBT из-за более сложной структуры остаются позади по напряжению насыщения.

Все сказанное убеждает в том, что проблема идеального переключательного транзистора к настоящему времени так и не решена. Поэтому хочу предложить решение одной из частных задач — уменьшение тока управления биполярного транзистора. Наиболее перспективным в этом плане считаю использование обратной связи по току, коммутируемому мощным транзистором.

Рассмотрим принцип действия одного из таких устройств управления мощным переключательным транзистором [2]. На **рис. 1** изображена принципиальная электрическая схема узла. Здесь для пропорционального управления мощным переключательным транзистором VT1 использован трансформатор тока T1. Коммутируемый этим транзистором ток $I_{ком}$ протекает через токовую обмотку V трансформатора. Базовая обмотка IV включена между эмиттером и базой транзистора VT1. Кратность отношения его тока базы к току эмиттера определена отношением витков обмоток V и IV. На магнитопроводе трансформатора находятся также управляющая обмотка I, блокирующая II и обмотка контроля состояния магнитопровода III. На контроллер поступают сигналы широтноимпульсного (ШИ) управления и с контрольной обмотки III трансформатора (цепи питания контроллера условно не показаны).

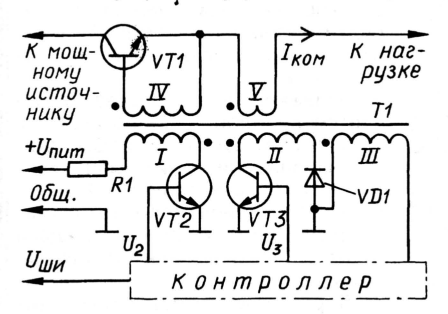


Рис. 1

Контроллер в соответствии с представленной на **рис. 2** временной диаграммой формирует сигналы U_2 и U_3 управления транзисторами VT2 и VT3. Диод VD1 предохраняет транзистор VT3 от напряжения обратной полярности.

Во время, предшествующее моменту t_0, транзисторы VT2 и VT3 закрыты, сигнал $U_{ши}$ имеет высокий уровень, а VT1 — открыт, поскольку к его эмиттерному переходу приложено с обмотки IV трансформатора открывающее напряжение (оно инверсно напряжению U_{III} с обмотки III). Магнитопровод трансформатора намагничивается в условно положительном направлении (см. график B_s на рис. 2).

В момент t_0, когда уровень сигнала $U_{ши}$ сменяется низким, контроллер формирует сигналы U_2 и U_3, открывающие транзисторы VT2 и VT3. К эмиттерному переходу транзистора VT1 прикладывается закрывающее напряжение, что приводит к быстрому рассасыванию заряда в области его базы и его последующему

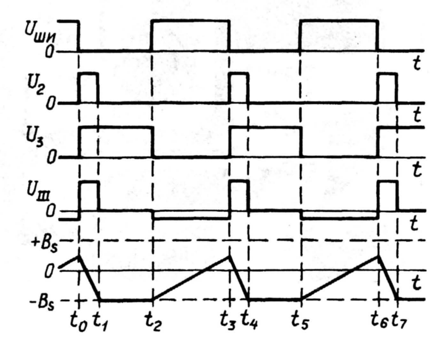


Рис. 2

закрыванию. Намагниченность магнитопровода начинает уменьшаться.

В момент t_1 магнитопровод трансформатора T1, перемагнитившись в условно отрицательном направлении, насытится и напряжение U_{III} на обмотке III уменьшится, что послужит сигналом для контроллера на закрывание транзистора VT2. Резистор R1 ограничивает ток транзистора VT2 в момент насыщения магнитопровода. После закрывания транзистора VT2 ток протекает через цепь транзистор VT3—обмотка II—диод VD1 и индукция в магнитопроводе трансформатора остается практически неизменной, благодаря чему к базе транзистора VT1 прикладывается напряжение, меньшее напряжения отсечки. Поскольку в это время транзистор VT1 закрыт, устройство практически не потребляет энергии.

В момент t_2 на входе контроллера устанавливается высокий уровень напряжения $U_{ши}$, закрывается блокирующий транзистор VT3. Начинает протекать ток в базовой цепи транзистора VT1, он открывается и начинается блокинг-процесс, в результате которого этот транзистор остается открытым током, потребляемым от мощного источника. Блокинг-процесс прекращается в момент t_3 открывания транзисторов VT2 и VT3. Далее цикл работы повторяется.

Для опробования устройства был собран макет, схема которого изображена на **рис. 3**. В отличие от теоретического варианта (см. рис. 1), здесь использо-

Прием статей: mail@radio.ru тел. 207-88-18
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2005

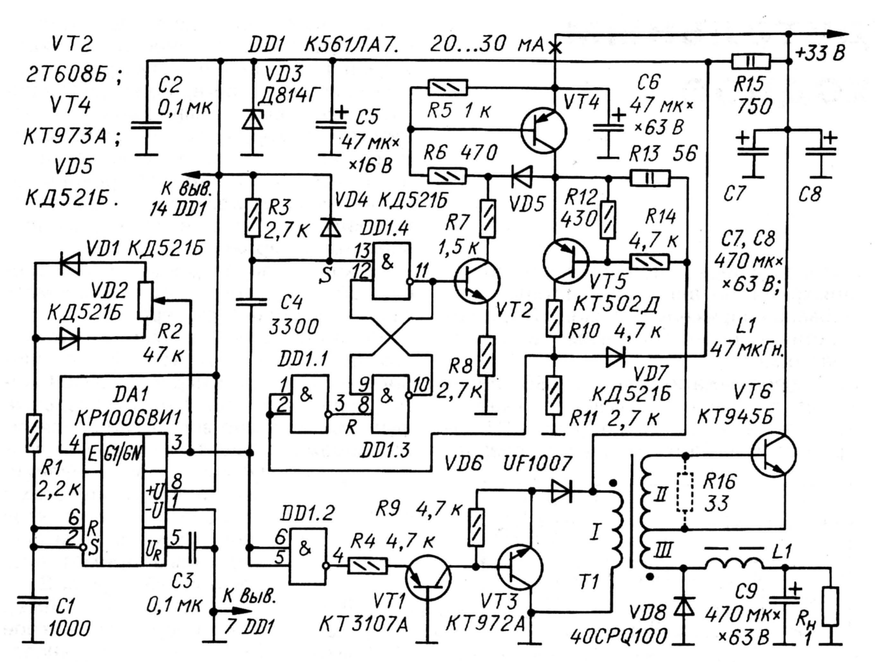


Рис. 3

ван более простой трансформатор Т1, у которого обмотка I выполняет одновременно функции управляющей, блокирующей и контрольной. И нагрузка $R_н$ сопротивлением 1 Ом, и устройство, позволяющее регулировать напряжение на ней, питаются от мощного источника постоянного напряжения 33 В (на схеме не показанного). Для формирования управляющего напряжения $U_{ши}$ служит генератор, собранный на таймере DA1. Это напряжение представляет собой последовательность прямоугольных импульсов частотой 20 кГц, у которой отношение длительности импульсов к длительности пауз между ними можно регулировать переменным резистором R2.

Обратимся снова к рис. 2. До момента t_0 на выходе генератора присутствует высокий уровень, который после инвертирования элементом DD1.2 удерживает в закрытом состоянии транзисторы VT1, VT3 и диод VD6. Переключательный транзистор VT6 открыт, через него и обмотку III трансформатора Т1 протекает ток, который в соотношении 1/5 трансформируется в базовую цепь этого транзистора. Благодаря положительной ОС по току возникает блокинг-процесс, в результате которого транзистор VT6 остается открытым, не потребляя энергии источника питания.

В момент t_0 высокий уровень на выходе генератора сменяется низким. Через дифференцирующую цепь VD4R3C4 поступает импульс на вход S RS-триггера, собранного на элементах DD1.3 и DD1.4. Триггер переключается и открывает транзистор VT2 и следом за ним VT4. Через открытый транзистор VT4 и токоограничивающий резистор R13 к обмотке I трансформатора Т1 прикладывается напряжение, которое в закрывающей по отношению к транзистору VT6 полярности трансформируется в обмотку II, что приводит к быстрому рассасыванию заряда в области базы этого транзистора и его последующему закрыванию.

Через некоторое время магнитопровод трансформатора Т1 войдет в насыщение, и ток, потребляемый обмоткой I, увеличится. В результате увеличится падение напряжения на резисторе R13 и сработает узел ограничения тока, собранный на элементах VT5, VD7, R10—R12, R14, и своим выходным импульсом, проинвертированным элементом DD1.1, переключит RS-триггер в исходное состояние. Транзисторы VT2, VT4 закроются, и напряжение с обмотки I трансформатора будет снято.

Для удержания транзистора VT6 в закрытом состоянии служат транзисторы VT1, VT3 и диод VD6, открытые высоким уровнем напряжения, поступающим с выхода инвертора DD1.2. Намагничивающий ток трансформатора Т1 протекает через транзистор VT3, диод VD6 и обмотку I. Индукция в магнитопроводе трансформатора остается практически неизменной, благодаря чему к базе транзистора VT6 прикладывается напряжение, меньшее уровня отсечки.

В момент t_2 на выходе генератора снова устанавливается высокий уровень, который закрывает транзисторы VT1, VT3. Намагничивающий ток начинает протекать в базовой цепи транзистора VT6, он открывается и начинается очередной блокинг-процесс, который прекращается в момент t_3, — цикл повторяется.

В процессе экспериментов с макетом выяснилось, что для управления биполярным транзистором VT6, коммутирующим ток 15 А, требуется мощность не более 1 Вт. Это практически та мощность, которую необходимо затратить для рассасывания избыточных носителей в области базы транзистора в момент закрывания. Ток, потребляемый узлом управления, меняется от 20 до 30 мА (при напряжении питания 33 В) пропорционально току, коммутируемому транзистором VT6.

При таких же частоте переключения и напряжении питания примерно такой же ток будет потреблять устройство двуполярного управления полевым транзистором IRFP250. Здесь мощность затрачивается на перезарядку входной емкости $C_{зи}$ транзистора.

В проводящем состоянии на цепи, состоящей из транзистора VT6 и обмотки III трансформатора Т1, падает напряжение не более 1,6 В (при коммутируемом токе 15 А). Для сравнения укажем, что на более мощном транзисторе IRFP250 в аналогичных температурных условиях будет падать около 2,5 В. Эта разница в 0,9 В при скважности 2 и токе 15 А приведет к дополнительным потерям мощности в 6,7 Вт, которая выделится в виде тепла на переключательном транзисторе. То есть описанное устройство управления биполярным транзистором обеспечивает более высокий общий КПД и меньшие теплопотери на транзисторе.

Кроме этого, устройство содержит элемент гальванической развязки — трансформатор, который делает привлекательным использование указанного принципа управления транзисторами в различных мостовых и полумостовых преобразователях, сварочных аппаратах и др. Его с успехом можно использовать и для управления биполярным статическим транзистором — БСИТ. В этом случае для получения нулевого смещения в цепь затвора БСИТ, возможно, потребуется включить цепь из двух включенных встречно-параллельно диодов для формирования необходимого напряжения отсечки в период между моментами t_1 и t_2.

В макете использован трансформатор, намотанный на кольце типоразмера К16×10×4,5 из феррита М1000НМ3. Обмотка I содержит 75 витков провода ПЭВ-1 0,18, а обмотка II — 10 витков провода ПЭВ-1 0,93. Обмотка III намотана жгутом из пяти проводов ПЭВ-1 0,93 и содержит два витка. Дроссель L1 намотан в броневом магнитопроводе Б48 из феррита М2000НМ. Обмотка содержит 18 витков жгута из пяти проводов ПЭВ-1 0,93. Между чашками магнитопровода вставлена немагнитная прокладка толщиной 1 мм.

Транзистор VT6 и диод VD8 установлены на одинаковых ребристых теплоотводах размерами 100×60 мм из дюралюминия, имеющих по семь продольных ребер высотой 40 и толщиной 5 мм.

В качестве нагрузки $R_н$ использовалась батарея из десяти резисторов ПЭВ-25 сопротивлением 10 Ом, включенных параллельно.

Резистор R16, изображенный штриховыми линиями на схеме рис. 3, находится внутри транзистора КТ945Б, но должен быть установлен, если в устройстве будет использован переключательный транзистор другого типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Воронин П. А.** Силовые полупроводниковые ключи (семейства, характеристики, применение). — М.: Додека-XXI, 2001, с. 18.

2. **Володин В. Я.** Пристрій управління силовим транзисторним ключем. — Україна, патент на винахід № 44847.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Таймер с принудительным возвратом в исходное состояние

А. СЕРГЕЕВ, г. Москва

Это устройство позволяет не только включить какой-либо бытовой прибор на заданное время простым нажатием на кнопку, но и при необходимости досрочно выключить его, нажав на ту же кнопку повторно.

Таймер, схема которого изображена на **рис. 1**, собран всего на одном триггере, включенном в счетный режим. Так как в момент включения питания конденсатор C2 разряжен, благодаря высокому уровню напряжения на входе R триггер DD1.1 переходит в нулевое состояние (низкий уровень на прямом выходе). После быстрой зарядки конденсатора C2 через диод VD1 почти до напряжения питания, вследствие чего уровень напряжения на входе R триггера станет логически низким, таймер готов к работе.

Первое нажатие на кнопку SB1 переведет триггер в противоположное — единичное — состояние. Диод VD1 закроется, и начнется медленная разрядка конденсатора C2 через резисторы R1 и R2. Это положение соответствует выдержке времени таймера. Переменным резистором R1 можно изменять скорость разрядки конденсатора, а значит, и время выдержки.

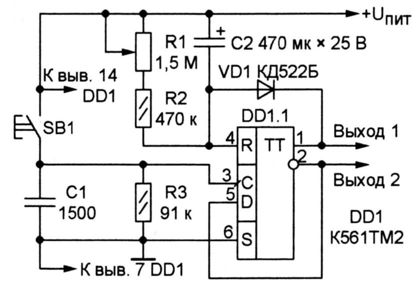


Рис. 1

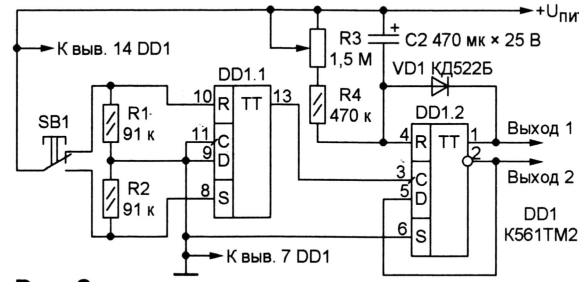


Рис. 2

Пока напряжение на входе R триггера не достигло логически высокого уровня, повторным нажатием на кнопку можно вернуть таймер по входу C в исходное состояние. Если на кнопку не нажимать, таймер переключится по входу R триггера, как только конденсатор C2 разрядится настолько, что уровень напряжения на этом входе триггера станет высоким, т. е. по истечении заданного времени выдержки.

Выходной перепад напряжения требуемой полярности можно снимать с выходов 1 или 2 триггера.

Если описанный таймер служит узлом более сложного устройства, свободному триггеру микросхемы DD1 могут быть поручены самостоятельные функции. А можно воспользоваться им для надежной защиты таймера от возможных срабатываний, вызванных импульсами "дребезга" контактов кнопки SB1. В этом случае схема примет вид, показанный на **рис. 2**.

Собственно таймер здесь собран на триггере DD1.2 по схеме, аналогичной рассмотренной выше. Триггер DD1.1, сигнал с выхода которого подан на вход C триггера DD1.2, изменяет свое состояние в момент, когда подвижный контакт кнопки SB1, "оторвавшись" от одного из неподвижных контактов, достигает другого. На все дальнейшие импульсы "дребезга" контактов он не реагирует.

Редактор — Л. Ломакин, графика — А. Долгий

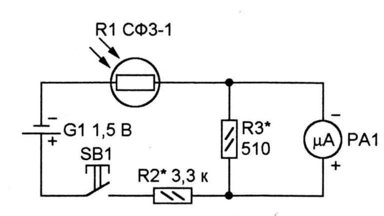
ОБМЕН ОПЫТОМ

Восстановление работоспособности экспонометра фотоаппарата "Зенит Е"

С. МАРКИН, г. Брянск

У многих любителей фотографии с давних времен на полке сохранился фотоаппарат "Зенит Е" или аналогичный с экспонометром на селеновом фотоэлементе. Хорошая оптика и надежная конструкция такого аппарата до сих пор позволяют получать высококачественные снимки, но с течением времени, как правило, отказывает встроенный экспонометр. Причина — исчерпание ресурса селенового фотоэлемента.

Заменить элемент однотипным исправным невозможно — они давно сняты с производства. Однако, изменив схему экспонометра согласно **рисунку** и применив в нем обычный фоторезистор СФ3-1 с источником питания — миниатюрным гальваническим элементом G1, мне удалось восстановить работоспособность экспонометра. Чтобы бесполезно не расходовать энергию гальванического элемента, добавлен выключатель питания — кнопка SB1. Микроамперметр PA1 — встроенный в фотоаппарат индикатор экспонометра.



Вышедший из строя фотоэлемент удален, на его место установлен фоторезистор R1. Поверхность чувствительного элемента фоторезистора должна быть перпендикулярна оптической оси объектива фотоаппарата. Кнопку SB1 и элемент G1 устанавливают в оставшейся свободной части окна экспонометра.

Подборкой резисторов R2 и R3 нужно добиться совпадения показаний переделанного и образцового экспонометров при слабой и сильной освещенности. В моем случае оптимальное сопротивление резистора R2 оказалось равным 3,4 кОм, а R3 — 520 Ом. Вместо фоторезистора СФ3-1 можно использовать и другие подходящего размера.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Электронное регулирование сварочного тока

Н. ЗЫЗЛАЕВ, г. Самара

Для регулирования сварочного тока часто используют трансформаторы с подвижными обмотками или с подвижными магнитными шунтами, перемещаемыми вручную. Такие аппараты, как правило, малооперативны, вибрируют и гудят при работе, срок их службы ограничен. Электронные регуляторы сварочного тока позволяют избавиться от этих недостатков.

Аппарат с электронным регулированием сварочного тока не имеет подвижных шунтов и обмоток. Регулирование тока выполняют посредством управляемого тринисторного выпрямителя. Описанный ниже вариант сварочного аппарата имеет следующие **технические характеристики:**

Напряжение питания, В 220
Максимальный ток, потребляемый от питающей сети, А 38
Пределы регулирования сварочного тока, А ....45...140
Напряжение холостого хода рабочей дуги, В 42
Напряжение холостого хода дежурной дуги, В 87
Подпитывающий ток, А 15

Электрическая дуга как нагрузка отличается от других потребителей электроэнергии тем, что для ее зажигания требуется напряжение значительно выше, чем для поддержания ее горения. Поэтому напряжение холостого хода (напряжение на зажимах сварочного аппарата в отсутствие дуги) должно быть в 2...3 раза больше напряжения на дуге. В то же время напряжение холостого хода должно быть безопасным для сварщика при условии выполнения им необходимых правил. Для постоянного тока напряжение холостого хода не должно быть более 90 В [1].

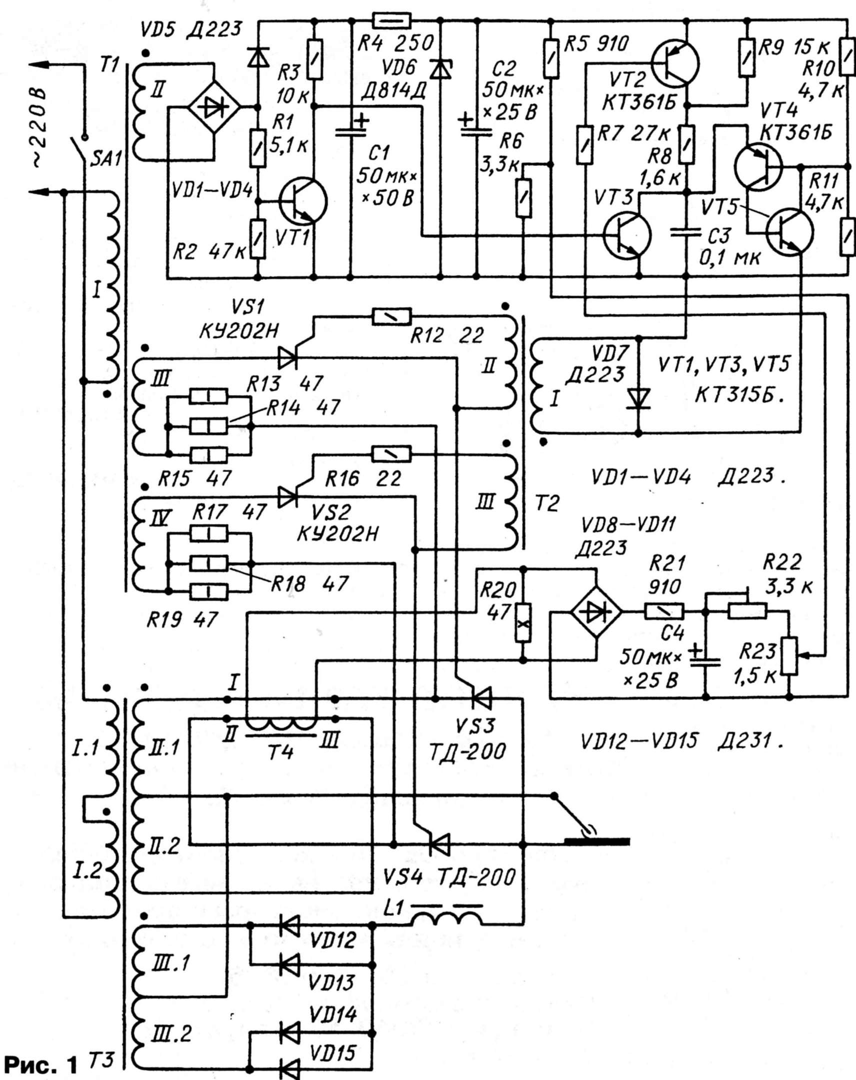


Рис. 1

Схема предлагаемого сварочного аппарата представлена на **рис. 1**. Стабилизацию сварочного тока обеспечивает тринисторный выпрямитель VS3, VS4 путем изменения угла включения тринисторов. Известно, что импульсный характер выпрямленного тока отрицательно сказывается на стабильности горения дуги вплоть до невозможности ее горения при больших значениях угла включения тринисторов [2]. Для поддержания дуги в те моменты, когда тринисторы VS3 и VS4 закрыты, в аппарате предусмотрен выпрямитель дежурной дуги на диодах VD12—VD15. Сглаживающий дроссель L1 в цепи постоянного тока повышает стабильность дуги и качество сварки [1].

Узел управления [3] тринисторами VS3, VS4 состоит из источника питания на трансформаторе T1, выпрямителя на диодах VD1—VD4, синхронизатора на транзисторах VT1 и VT3, генератора импульсов на транзисторах VT4, VT5, блока сравнения на транзисторе VT2, трансформатора тока T4, формирователя импульсов управления мощными тринисторами, собранного на тринисторах VS1 и VS2.

Синхронизатор "привязывает" генератор импульсов к частоте сети, чтобы управляющие импульсы для тринисторов начинали формироваться с момента перехода сетевого напряжения через "нуль". Когда на выходе выпрямителя VD1—VD4 в конце каждого полупериода напряжение падает до нуля, закрывается транзистор VT1, а VT3 открывается и быстро разряжает конденсатор C3.

С началом очередного полупериода, когда открывается транзистор VT1 и закрывается VT3, начинает заряжаться конденсатор C3 через открывающийся транзистор VT2 и резистор R8. В момент, когда напряжение на конденсаторе C3 будет равно напряжению на базе транзистора VT4, открывается аналог однопереходного транзистора VT4VT5 и конденсатор C3 разряжается на обмотку I трансформатора T2. С обмоток II и III импульсы тока поступают на управляющие электроды тринисторов VS1 и VS2, но открывается тот из них, к аноду которого в этом полупериоде приложено плюсовое напряжение.

Ток управления с соответствующей вторичной обмотки (III или IV) трансформатора T1 поступает на управляющий электрод одного из мощных тринисторов — VS3 или VS4 — и открывает его. Через открывшийся тринистор в рассматриваемом полупериоде протекает сварочный ток. В следующем полупериоде откроется второй тринистор пары.

Через цепь обратной связи, образованную трансформатором тока T4, выпрямителем на диодах VD8—VD11 со сглаживающим конденсатором C4 и резисторами R7, R21—R23, уровень сварочного тока влияет на процесс открывания транзистора VT2. Если сварочный ток увеличился сверх установленного блоком порога, сопротивление транзистора увеличивается, из-за чего медленнее заряжается конденсатор C3

тел. 207-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

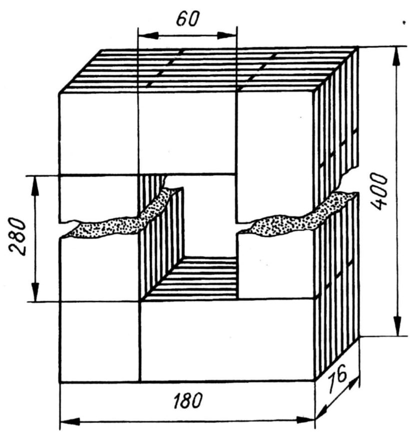


Рис. 2

и поэтому увеличивается угол включения тринисторов VS3, VS4, возвращая сварочный ток к установленному значению. Так происходит стабилизация сварочного тока.

Ток сварочной дуги устанавливают резистором R23.

В процессе сварки зазор между концом электрода и свариваемым изделием меняется, следовательно, меняется и напряжение на дуге. При слишком большом зазоре напряжение на дуге становится больше напряжения холостого хода выпрямителя на тринисторах VS3 и VS4 и они закрываются. В этом случае сварочная дуга переходит на питание от выпрямителя дежурной дуги.

При последующем уменьшении длины сварочной дуги тринисторы VS3 и VS4 откроются снова, так как в каждом полупериоде через их управляющий электрод протекает управляющий ток.

Мощность трансформатора Т1 не должна быть менее 20 Вт, его обмотка II должна обеспечивать 24 В при токе 0,05 А (провод ПЭВ-2 0,13), обмотки III и IV —на напряжение 12 В каждая при токе 0,38 А (провод ПЭВ-2 0,25).

Импульсный трансформатор Т2 намотан на кольцевом магнитопроводе К20×10×5 из феррита 600НН. Каждая обмотка содержит 50 витков провода ПЭВ-2 0,2. Обмотки укладывают равномерно по кольцу, они должны быть хорошо изолированы от магнитопровода и одна от другой.

Трансформатор Т3 намотан на магнитопроводе из пластин электротехнической холоднокатаной стали марки 3404 толщиной 0,35 мм, собранных вперекрышку (его форма и размеры указаны на **рис. 2**). Обмотка I содержит 2×81 виток провода ПСД 4×2, обмотки II.1 и II.2 содержат по 2×32 витка провода ПСД 5×3, обмотка III — 2×93 витка провода ПЭВ-2 1,7.

Расположение обмоток и шунта на магнитопроводе показано на **рис. 3**, а устройство шунта — на **рис. 4**.

Трансформатор тока Т4 переделан из серийного ТК200,100/5. Все обмотки трансформатора тока удаляют, и на их место наматывают новые — две первичные по одному витку кабеля сечением 15 мм^2 (можно применить сварочный кабель или другой многопроволочный кабель в изоляции, а вторичная — 400 витков провода ПЭВ-2 0,5. Магнитопровод О-образный, сечением 23×10 мм. Магнитопровод дросселя L1 — ШЛ32×40. В каждый из трех стыков вложена диэлектрическая прокладка толщиной 1 мм. Число витков — 68, провод — ПЭВ-2 2,24.

Блок управления некритичен к выбору радиоэлементов. Вместо ТД-200 можно использовать тринисторы ТД-160, Т-200, Т-160. Резисторы R23 — СП3-45а, R22 — РП1-63Ма, R20 — ПЭВ-10.

Сначала изготовляют трансформатор Т3. Все восемь катушек наматывают на деревянных бобышках со щеками. Катушки пропитывают лаком и обматывают лакотканью (или тканой лентой с последующей пропиткой). Затем собирают магнитопровод — сначала один стержень с катушками II.1, II.2, I.1 и III.1,

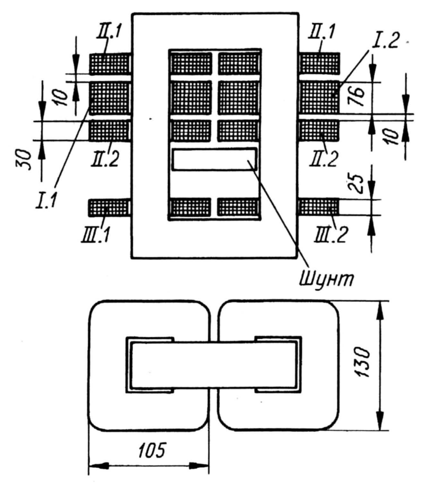


Рис. 3

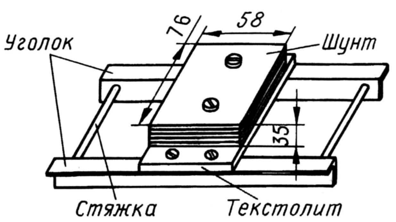


Рис. 4

а потом другой с остальными катушками. После этого объединяют оба стержня, закладывая торцевые пластины. Обмотки соединяют в соответствии со схемой и включают в сеть через автоматический выключатель на ток 40 А. Контролируют напряжение в режиме холостого хода на обмотках II.1 и II.2, оно должно быть по 45 В, а на обмотках III.1 и III.2 — по 87 В.

Последовательно с тринисторами VS3 и VS4 включают токовые (одновитковые) обмотки I и II трансформатора Т4 встречно по магнитному полю.

После сборки блока управления проверяют импульсы на выходе трансформатора Т2 и работу синхронизатора. Затем испытывают сварочный аппарат в сборе. В цепь сварочной дуги включают амперметр с током полного отклонения стрелки 150...200 А. Затем зажигают дугу и резистор R22 подстраивают так, чтобы при повороте ручки переменного резистора R23 от упора до упора сварочный ток изменялся от 45 до 140 А. Магнитный шунт устанавливают в такое положение, при котором ток подпитки с обмотки III был близок к 15 А.

Тринисторы VS3 и VS4 следует установить на стандартные теплоотводы. Диоды VD12—VD15 устанавливают на теплоотвод площадью 30 см^2. Тринисторы VS1, VS2 в теплоотводах не нуждаются.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Рыбаков В. М.** Дуговая и газовая сварка. — М.: Высшая школа, 1986.

2. **Загс М. И., Каганский Б. А., Печенин А. А.** Трансформаторы для электродуговой сварки. — Л.: Энергоатомиздат, 1988.

3. **Приймак Д.** В помощь радиокружку. — Радио, 1989, № 5, с. 78—80.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Малогабаритный термостат

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

При повышенных требованиях к стабильности частоты кварцевых или LC-генераторов в профессиональной и любительской радиоаппаратуре часто применяют термостатирование этих узлов. Благодаря применению малогабаритных радиодеталей для поверхностного монтажа размеры генераторов сегодня очень малы. Если сделать столь же миниатюрным термостабилизатор, можно значительно уменьшить объем, в котором поддерживается постоянная температура, а следовательно, и общее энергопотребление устройства.

Рис. 1

Схема малогабаритного термостата показана на **рис. 1**. Нагревательным элементом в нем служит мощный полевой транзистор IRFR5505 (ток стока — до 18 А, мощность рассеивания — 57 Вт, напряжение сток—исток — до 55 В). Напряжение питания датчика температуры AD22100KT [1] и образцовое напряжение, снимаемое с резистивного делителя R1R2, стабилизированы интегральным стабилизатором DA1. Разность пропорционального температуре выходного напряжения датчика и образцового, усиленная ОУ DA2, поступает на затвор транзистора VT2, управляя количеством выделяемого транзистором тепла. Конденсаторы C2 и C4 ограничивают скорость изменения напряжения на затворе.

Вблизи заданной температуры полевой транзистор периодически открывается и закрывается, поддерживая среднее значение температуры постоянным. Оптимального режима можно добиться, установив параллельно конденсатору C2, как показано на рис. 1 штриховыми линиями, резистор R′ и подобрав его номинал в пределах 0,5...3 МОм.

Узел на транзисторе VT1 — ограничитель тока стока полевого транзистора. Как только этот ток достигнет значения, при котором падение напряжения на резисторе R5 превысит 0,7 В, транзистор VT1 будет открыт, в результате чего открывающее напряжение между затвором и истоком полевого транзистора уменьшится (по абсолютному значению), не позволяя току расти дальше.

Чтобы сохранять неизменными условия работы стабилизируемого генератора, термостат должен поддерживать его температуру на несколько градусов выше максимальной температуры окружающей среды. Так как примененный датчик имеет калиброванную с точностью 0,5...1 °С линейную зависимость выходного напряжения от температуры, настроить термостат на ее заданное значение можно и без образцового термометра. Достаточно выбрать резисторы R1 и R2 в соответствии с равенством

$$\frac{R2}{R1+R2} = 0{,}275 + 0{,}0045T,$$

где T — стабилизируемая температура, °С.

Детали термостата смонтированы на показанной на **рис. 2** в масштабе 2:1 фигурной печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм. Свободной от печатных проводников и деталей стороной плата приклеена к металлической теплоотводящей пластине толщиной несколько миллиметров, контур которой показан на рис. 2 штрихпунктирной линией. Пластина соединена перемычкой с общим проводом на плате.

Транзистор VT2 размещен в предназначенном для него вырезе платы размерами 10×6,3 мм. Вывод его стока припаян к пластине. Датчик BK1 и стабилизатор DA1 размещены в другом вырезе, размеры которого 10×5,5 мм. Выводы этих элементов припаяны к соответствующим проводникам на плате, а корпусы приклеены к теплоотводящей пластине. Плоская поверхность корпуса датчика предварительно смазана теплопроводной пастой, плотно прижата к пластине, выдавленные остатки пасты удалены, а эпоксидный клей нанесен по периметру.

Плата рассчитана на установку резисторов для поверхностного монтажа типоразмера 1206, например Р1-12. Резистор R5 можно составить из нескольких, соединенных параллельно. Конденсатор C3 — оксидный танталовый для поверхностного монтажа, остальные конденсаторы керамические К10-17в или импортные.

Стабилизатор 78L05 можно заменить отечественным КР1157ЕН502А, датчик AD22100KT — прибором той же серии с другими буквенными индексами или терморезистором с отрицательным ТКС, включенным по схеме, изображенной на **рис. 3**. Номинал резистора R6 выбирают приблизительно равным сопротивлению терморезистора при заданной температуре и окончательно уточняют при налаживании.

Вместо OP27GS подойдут и другие ОУ в малогабаритном корпусе, например, серий OP184, OP250. Транзистор КТ3129Б-9 заменяют любым малогабаритным кремниевым структуры p-n-p.

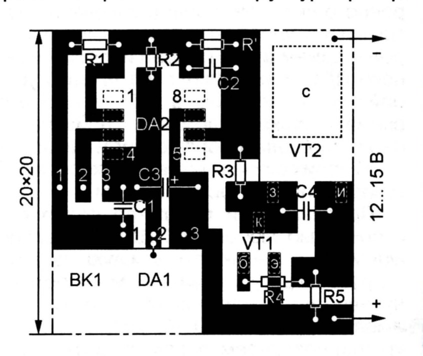


Рис. 2

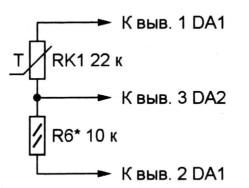


Рис. 3

Замену транзистору IRFR5505 можно подобрать по таблице, опубликованной в [2].

Готовый узел вместе с термостатируемым устройством (например, кварцевым генератором) помещают в толстостенный корпус из пенопласта или другого материала с низкой теплопроводностью. Для экранировки и механической прочности всю конструкцию можно поместить в еще один, металлический корпус.

Налаживание термостата заключается в подборке резистора R2 для получения нужной температуры стабилизации и резистора R5 для установки порога ограничения тока стока полевого транзистора.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Простой многоточечный термометр. — Радио, 2003, № 7, с. 35.

2. Мощные полевые переключательные транзисторы фирмы INTERNATIONAL RECTIFIER. — Радио, 2001, № 5, с. 45.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

тел. 208-28-38 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Двухканальный регулятор мощности с ДУ

А. ГОНЧАРОВ, г. Рогачев Гомельской обл., Белоруссия

В отличие от ранее опубликованных, этот регулятор, принимая подаваемые с помощью ИК ПДУ команды, не только включает и выключает две независимые нагрузки, но и позволяет практически плавно (с шагом 1 %) регулировать их мощность.

Описания устройств управления нагрузкой командами, подаваемыми с ПДУ телевизора или другого бытового прибора, были опубликованы, например, в [1, 2]. Однако устройство, описанное в [1], срабатывает от любой команды, их дешифрация не предусмотрена. Это создает возможность непреднамеренного включения или выключения нагрузки при управлении основным прибором—приемником команд использованного ПДУ. Этот дефект устранен в устройстве, описанном в [2], однако его схема слишком сложна и "привязано" оно к ПДУ телевизора конкретной модели. В обоих случаях нет возможности регулировать мощность нагрузки.

Предлагаемый регулятор позволяет с помощью любого ИК ПДУ раздельно включать и выключать каждую из двух нагрузок и регулировать ее мощность от нулевой до максимальной с шагом 1 %, имея КПД около 90 %. Для снижения уровня создаваемых помех коммутация нагрузки происходит исключительно в моменты переходов мгновенного значения сетевого напряжения через ноль.

Подаваемую в нагрузку мощность прибор регулирует изменением числа полных периодов сетевого напряжения, приложенных к нагрузке за определенный интервал времени. Например, если задан один процент мощности, на нагрузку будет подан лишь один из каждой сотни периодов сетевого напряжения, а полной мощности соответствует непрерывное подключение нагрузки к сети. Нагрузкой регулятора может служить любой нагревательный элемент мощностью до 1000 Вт. К сожалению, яркость освещения регулировать описанным способом нельзя. Будет заметно очень сильное мигание ламп.

Схема регулятора показана на **рис. 1**. Его низковольтную часть питает обмотка III трансформатора T1 через однополупериодный выпрямитель на диоде VD3 и интегральный стабилизатор DA2 на напряжение 5 В. Синусоидальное напряжение сетевой частоты с обмотки II трансформатора подано через ограничитель на диодах VD1, VD2 на вход компаратора DA1, прямоугольные импульсы с его выхода поступают на вход RB0 микроконтроллера DD1, синхронизируя работу регулятора.

Модуль фотоприемника B1 принимает и демодулирует излучаемые ПДУ ИК импульсы. Принятые сигналы поступают для дальнейшей обработки на вход RA3 микроконтроллера DD1, работающего по программе, коды которой приведены в **таблице**. В слове конфигурации микроконтроллера необходимо выключить WDT, разрешить работу PWRT и указать тип генератора HS.

Согласно принятым командам ДУ, микроконтроллер формирует управляющие сигналы, которые в нужные моменты времени открывают и закрывают полевые транзисторы VT1 и VT2. Участки сток—исток этих транзисторов включены через диодные мосты VD4—VD7, VD8—VD11 в цепи питания соответственно первой и второй нагрузок.

На печатной плате, изображенной на **рис. 2**, размещены все элементы регулятора, за исключением транзисторов VT1 и VT2, установленных на теплоотводах — кулерах для процессоров Pentium, и диодов VD8—VD11. Эти диоды также снабжены теплоотводами, так как в системе, для которой разработан регулятор, вторая нагрузка мощнее первой. Конденсатор C4 установлен со стороны печатных проводников. Его выводы припаяны к контактным площадкам под выводы микроконтроллера. Трансформатор T1 с напряжением 4,5 В на обмотке II и 8 В на обмотке III взят из блока питания игровой видеоприставки.

```
:020000040000FA
:020000000528D1
:08000800F02883120313 1C30E1
```

```
:020000040000FA
:020000000528D1
:08000800F028831203131C30E1
:1000100008500803086008316813086001C30850084
:100020004730810083129030 8B008C018D01643049
:1000300094009E0170219B009E0A70219D009E0AE3
:10004000702190009E0A7021A000990199158615D3
:10005000060898009 81F98283421191C28280E0893
:100060001B0603194028 0E081D0603195828 0E0800
:10007000100603197028 0E082006031984282 82862
:1000800067216721342119 1C532867216721342 1F6
:100090000E081B06031D53289918051002309906F7
:1000A00002308606282899151912861506122 82866
:1000B000672167213421191C6B286721672134 21AE
:1000C0000E081D06031D6B28191985100430 9906AA
:1000D0000430860628281916991106168611282834
:1000E00067213421 0E081006031D2828991D7E283B
:1000F0000D08643A031970288D0A70281408643AB0
:1001000003197028940A702867213421 0E082006EC
:1001100003 1D2828991D92280D08003A03198428E8
:100120008D0384281408003A0319842894038428 32
:100130008601861686149E01342119 1C9C280E08FF
:100140009C0067213421 0E089C06031D9C289B00FF
:100150009F00772167218610672106153421191C1D
:10016000AE280E089C0067213421 0E089C06031D52
:10017000AE289D009F009E0A772167210611672106
:10018000861534211 91CC1280E089C0067213421D2
:100190000E089C06031DC12890009F009E0A77212F
:1001A00067218611672106163421191CD4280E08F0
:1001B0009C0067213421 0E089C06031DD428A00052
:1001C0009F009E0A772167210612672186126721 08
:1001D000861667218612672186166721861225 28D2
:1001E00096000308920004089700 8C0A0C08653AF0
:1001F00003198C01991C13290D08003A031D0229CB
:10020000051013290D08643A031D0829051413 2944
:100210000D080C0203180E2905141329031D1229B9
:100220000514132905101 91D2C291408003A031D63
:100230001B2985102C291408643A031D21298514D3
:100240002C2914080C020318272985142C29031DB6
:100250002B2985142C298510170884001208830087
:10026000960E160E8B10090019108E018F010E309C
:10027000950002 30A2000B1181010508980098 1921
:10028000552 95A2105089800981955290508083953
:10029000083A9800980C980C980C980C8E0D8F0DBD
:1002A00006021950B46291914 59290B1D3D29A20BD4
:1002B0003B2908004A309A0000009A0B5C2908008C
:1002C000FB309A00632964299A0B62290800073 0E1
:1002D000A20081010B1D6A290B11A20B69290800DC
:1002E0001E088900831608148312080808 00831664
:1002F00088187829831 21E0889001F088800831631
:1003000008158B1355308900AA308900881 48B1783
:06031000081183120800 31
:00000001FF
```

Рис. 1

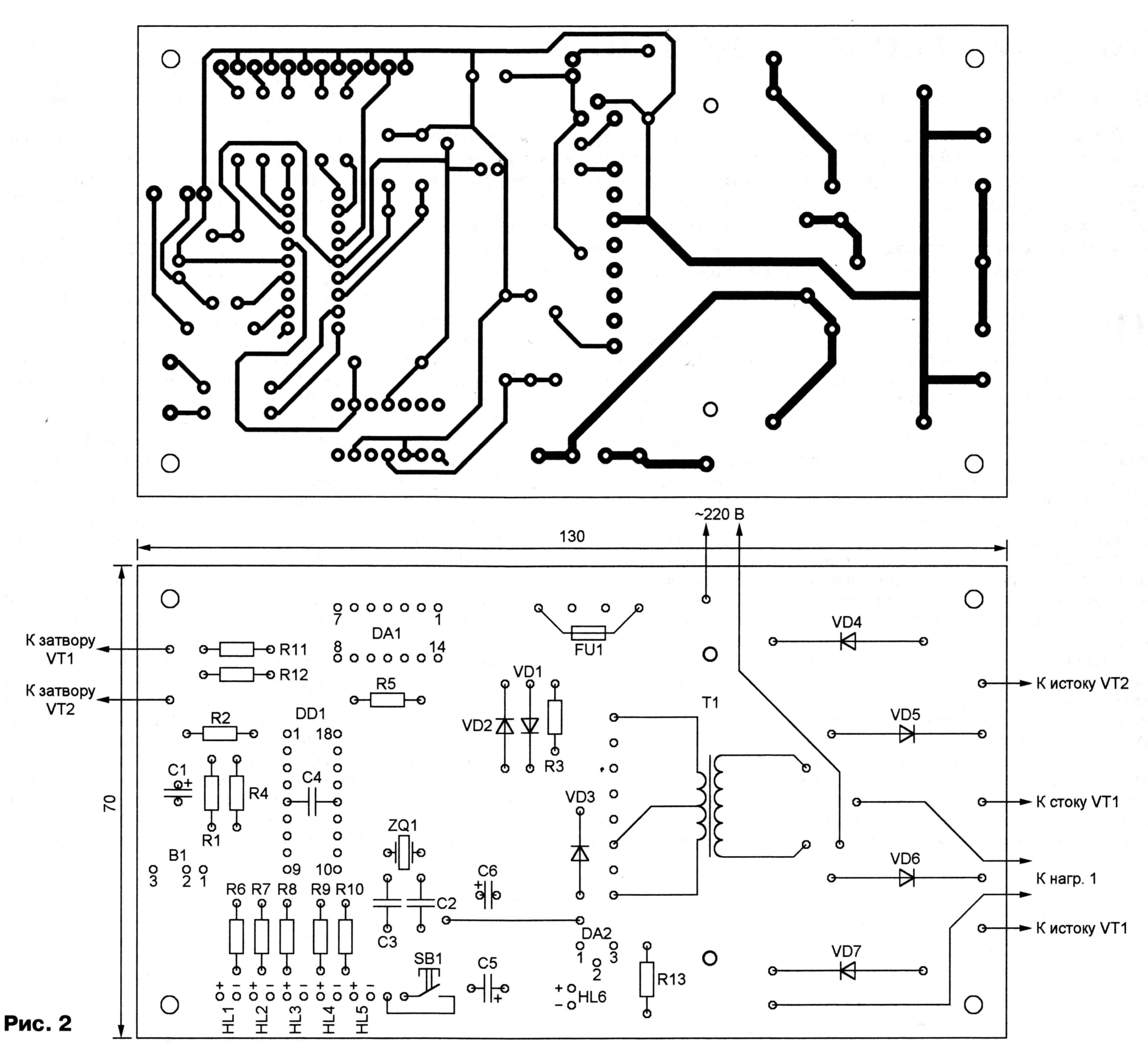


Рис. 2

Полевые транзисторы STP5NK80Z можно заменить близкими по параметрам, например, IRF740. Вместо диодов КД213А можно использовать любые, рассчитанные на средний прямой ток не менее 5 А и обратное напряжение 400 В и более. Плавкая вставка FU1 установлена в находящийся на плате держатель Littlefuse PCB clip 5×20.

Для управления регулятором на ПДУ выбирают четыре кнопки, не используемые по прямому назначению, например, для управления телевизором. При нажатии на первую из них и удержании ее в течение 3 с будет включена или выключена первая нагрузка. Аналогичным образом второй кнопкой включают и выключают вторую нагрузку. Третья и четвертая кнопки воздействуют на нагрузку, выбранную нажатиями на одну из первых двух.

При нажатии и удержании третьей кнопки относительная мощность выбранной последним нажатием на одну из первых двух кнопок нагрузки увеличивается на 1 % каждые полсекунды. Четвертая кнопка действует в обратном направлении, уменьшая мощность с той же скоростью. При необходимости управление может быть переключено на нужную нагрузку кратковременным (менее 3 с) нажатием на соответствующую кнопку. Если нагрузка была выключена, при последующем ее включении будет установлена мощность, заданная до выключения.

Текущий режим работы регулятора отображают светодиоды HL1—HL6, включенное состояние которых означает следующее:

HL1 — нагрузка 1 включена;

HL2 — нагрузка 2 включена;

HL3 — включено управление мощностью нагрузки 1;

HL4 — включено управление мощностью нагрузки 2;

HL5 — регулятор работает в режиме настройки;

HL6 — регулятор включен в сеть.

Режим настройки предназначен для запоминания в энергонезависимой памяти микроконтроллера кодов выбранных для управления кнопок. В дальнейшем программа МК пользуется записанными кодами, поэтому после выключения и включения питания повторная настройка не требуется. А если нужно изменить назначение кнопок, настройку можно повторить в любой момент.

Настройку включают нажатием на кнопку SB1, при этом загораются светодиоды HL1 и HL5. Нажимают на кнопку ПДУ, выбранную для включения и выключения первой нагрузки, и удерживают ее до погасания светодиода HL1. После этого будет включен светодиод HL2 — его "гасят" нажатием и удержанием кнопки ПДУ, выбранной для включения и выключения второй нагрузки. Далее назначают кнопки для увеличения мощности (индикатор — светодиод HL3) и ее уменьшения (индикатор — светодиод HL4).

По завершении настройки светодиод HL5, мигнув три раза, погаснет. Регулятор перейдет в рабочий режим.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** ИК пульт ДУ включает электроприборы. — Радио, 2003, № 2, с. 40, 41.

2. **Бирюков С.** ПДУ телевизора управляет люстрой. — Радио, 1999, № 12, с. 32, 33.

***От редакции.** Программа микроконтроллера, в том числе ее исходный текст, находится на FTP-сервере редакции по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2005/10/ircontrol.zip>**.*

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

тел. 208-28-38 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Устройство автодозвона

И. ЗАБЕЛИН, г. Москва

Во многих распространенных сегодня электронных телефонных аппаратах (ТА) не предусмотрен автоматический дозвон до абонента, номер которого длительное время занят. Несложное устройство из доступных деталей, подключаемое к ТА, дополнит его возможности этой полезной функцией. Напоминаем, прежде чем подключать устройство к телефонным сетям общего пользования, его необходимо сертифицировать в органах связи.

Практически все ТА с кнопочным номеронабирателем способны запомнить последний набранный номер и повторить его набор. Для этого достаточно повесить и вновь снять трубку или нажать на кнопку "СБРОС ЛИНИИ" (как правило, это кнопка с символом #), дождаться появления сигнала зуммера и нажать на кнопку "ПОВТОРНЫЙ НАБОР" (как правило, это кнопка с символом *). Если подключить к ТА устройство, способное различить короткие (абонент занят) и длинные (абонент свободен) гудки в телефонной линии, а в случае занятости автоматически "нажать" на упомянутые выше кнопки, задача автодозвона будет решена.

Схема такого устройства показана на **рис. 1**, а на **рис. 2** — схема его подключения к ТА "Телур-202". Обозначения элементов на схеме подключения соответствуют заводским, за исключением вновь устанавливаемой вилки XP1, которую стыкуют с розеткой XS1 устройства автодозвона. При разговорах по телефону и в перерывах между ними устройство выключено, все связи между ним и ТА разорваны разомкнутыми контактами кнопки SB1. Но если после набора номера выяснилось, что вызываемый абонент занят, вызывающий может положить трубку и включить автодозвон нажатием на кнопку SB1.

Замыкание двух нижних (по схеме рис. 1) групп контактов кнопки, подключенных параллельно контактам рычажного переключателя ТА, имитирует поднятие трубки. На микросхемы устройства автодозвона от ТА поступает питающее напряжение 3 В, а сигналы из телефонной линии, ограниченные диодами VD7—VD11 до немного меньшего уровня (приблизительно 2,8 В), — на вход формирователя импульсов на транзисторе VT1 и элементах микросхемы DD5 и далее на вход счетчика DD3 и на вход усилителя звуковой частоты на транзисторах VT3—VT5, нагруженного головкой BA1. Однако никакие звуковые сигналы в головке пока не слышны, даже если контакты выключателя SA1 замкнуты, так как вход усилителя зашунтирован открытым транзистором VT2, на базу которого через резистор R8 подано напряжение высокого логического уровня, сформированное узлом на диодах VD3, VD5, VD13, VD15, VD17, VD18.

В момент подачи питания срабатывают одновибраторы на триггерах DD4.1, DD4.2 и DD1.2, причем импульс последнего из них, поступив на управляющий вход ключа DD2.1, "замыкает" его, что эквивалентно нажатию на кнопку "ПОВТОРНЫЙ НАБОР" ТА.

В результате микросхема электронного номеронабирателя ТА генерирует импульсы набора цифр последнего набранного номера, поступающие в телефонную линию. Кроме того, эта микросхема формирует строб набора — импульс низкого логического уровня, продолжающийся все время, пока идет набор. По окончании набора нарастающий перепад уровня строба запускает одновибратор на триггере DD1.1.

Импульс этого одновибратора длительностью приблизительно 6 с разрешает работу узла анализа занятости — счетчика DD3, подсчитывающего импульсы, пришедшие из телефонной линии за этот интервал времени. Диоды VD2, VD4, VD6 обеспечивают установку в исходное состояние и удержание в нем счетчика DD3 все остальное время.

Поступающий из линии сигнал "Занято" представляет собой пачки импульсов частотой 425 Гц. Длительность каждой пачки 0,35 с, паузы между ними также по 0,35 с. Сигнал "Контроль вызова" — пачки импульсов той же частоты длительностью 0,9 с, паузы между пачками — 3,8 с. Если абонент занят, за 6 с на вход счетчика DD3 поступит приблизительно 1200 импульсов, но их будет не более 800, если он свободен и идет вызов.

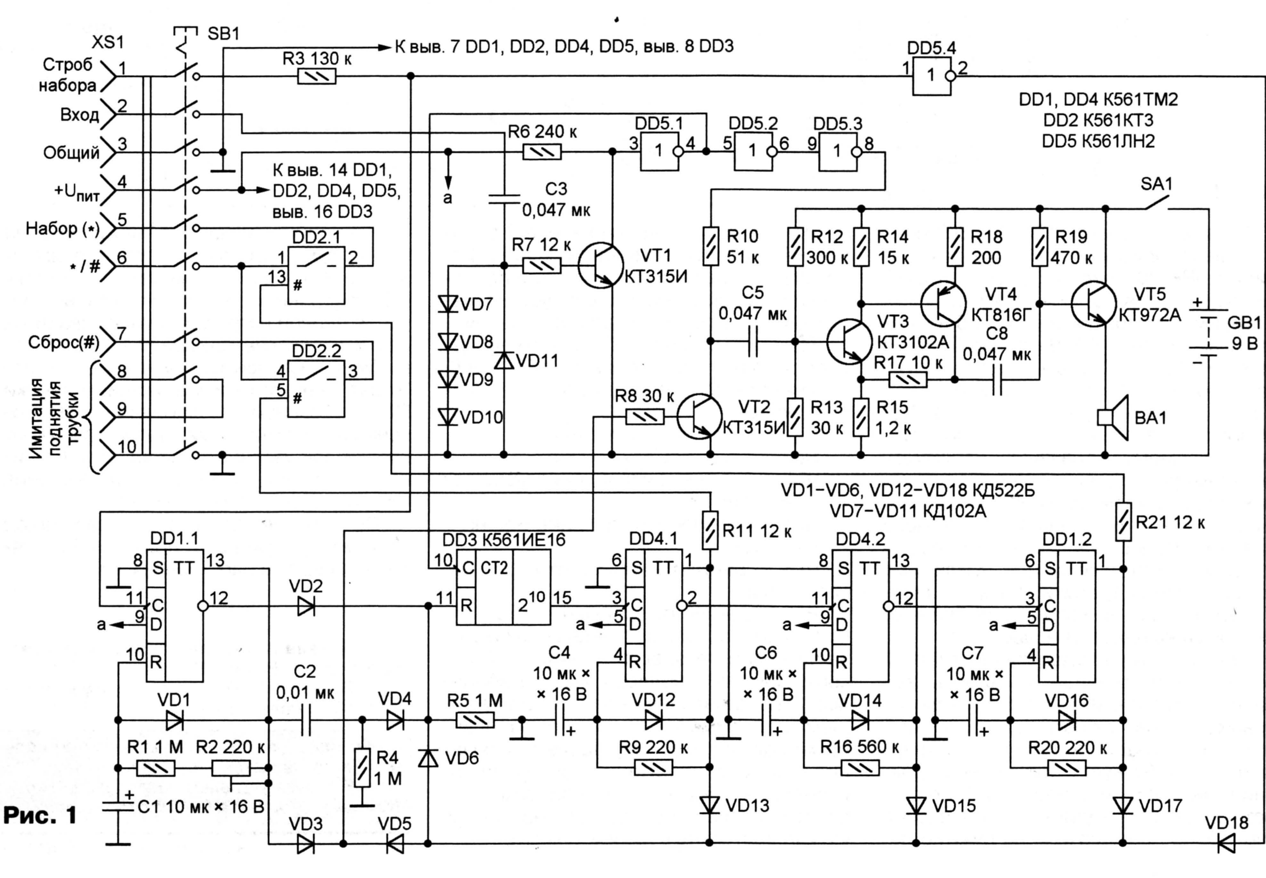


Рис. 1

Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 208-28-38

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

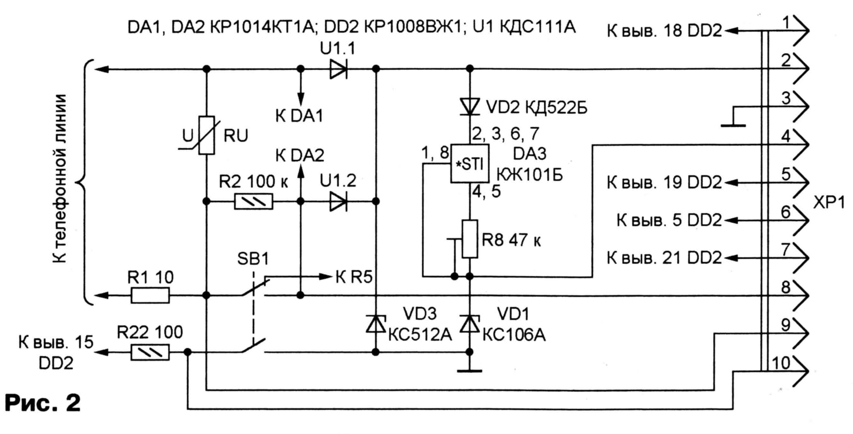


Рис. 2

Низкий уровень на выходе 2^{10} счетчика DD3 сменится высоким после 1024-го импульса. Этот перепад, означающий, что вызываемый абонент занят, запускает одновибратор на триггере DD4.1, выходной импульс которого (длительностью приблизительно 1 с) поступает на управляющий вход ключа DD2.2 и "замыкает" его, имитируя нажатие на кнопку "СБРОС ЛИНИИ" ТА.

Следующим будет запущен одновибратор на триггере DD4.2, формирующий импульс длительностью около 3 с, в течение которого кнопки ТА не нажаты. Это необходимо, чтобы аппаратура АТС успела подготовиться к новому набору номера и вновь подала в линию непрерывный сигнал зуммера. Нарастающий перепад уровня с выхода триггера DD4.2 поступает на вход С триггера DD1.2 и запускает собранный на нем одновибратор. Его импульс длительностью 1 с "замыкает" ключ DD2.1, имитируя нажатие на кнопку "ПОВТОРНЫЙ НАБОР" ТА.

После того как хранящийся в памяти номеронабирателя ТА номер набран, описанный выше процесс повторяется. Так продолжается, пока за время анализа смены уровня на выходе 2^{10} счетчика DD3 не произойдет и одновибратор на триггере DD4.1 не будет запущен. В результате закрывания транзистора VT2 в динамической головке ВА1 станут слышны сигналы контроля вызова (длинные гудки), а когда вызываемый абонент снимет трубку — его голос. Теперь можно снять трубку ТА, отключить устройство автодозвона повторным нажатием на кнопку SB1 и вести разговор.

В устройстве применены постоянные резисторы МЛТ-0,125, подстроечный резистор СПЗ-38б, оксидные конденсаторы К50-35, конденсаторы С2, С3, С5, С8 — КД-2, аудиоголовка ВА1 сопротивлением 100...400 Ом, кнопочный выключатель ПКн41-1-2.

Так как мощность внутреннего стабилизатора напряжения ТА, питающегося от телефонной линии, недостаточна для работы усилителя на транзисторах VT3—VT5, его питают от гальванической батареи GB1 напряжением 9 В ("Крона"), включая и выключая по необходимости выключателем SA1. Если ТА имеет сетевое питание, можно обойтись и без дополнительной батареи. А если в ТА предусмотрена громкоговорящая связь, в устройстве автодозвона можно не устанавливать усилитель и головку ВА1, использовав вместо них элементы ТА.

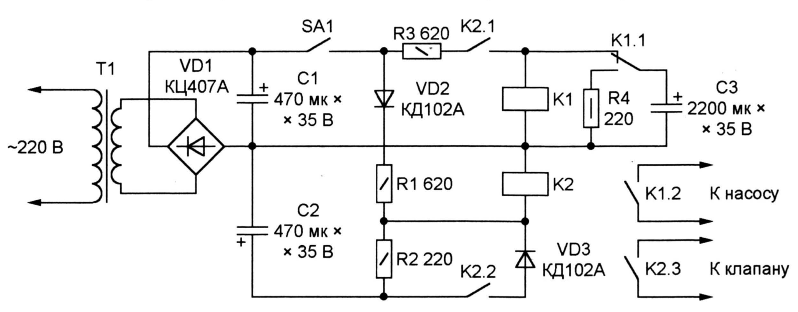
Налаживание устройства сводится к установке подстроечным резистором R2 такой продолжительности работы счетчика DD3, при которой занятость и свободность абонента распознаются наиболее уверенно.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Коммутатор водяного насоса и клапана

И. КОРОТКОВ, п. Буча Киевской обл., Украина

В системах водоснабжения сельских домов и приусадебных участков часто применяют электрические водяные насосы и клапаны. Чтобы избежать гидроударов, возникающих в водопроводных трубах при резком изменении давления, необходимо открывать клапан только при выключенном насосе и лишь спустя несколько секунд запускать его двигатель. Выключать систему следует в обратном порядке. Первым останавливают насос, а затем уже закрывают клапан.



Все это легко сделать с помощью двух выключателей, однако в спешке их легко перепутать, что может привести к разрыву тонких труб и даже к поломке насоса. Избежать неприятностей поможет простой коммутатор на двух реле, включающих и выключающих насос и клапан в строго определенной последовательности, причем достаточно одного выключателя.

Схема коммутатора показана на **рисунке**. При замыкании контактов выключателя SA1 срабатывает реле K2. Через контакты K2.3 на клапан поступает напряжение, открывающее его. Контакты K2.2, замкнувшись, подключают конденсатор C2 к цепи питания обмотки реле K2. Резистор R2 ограничивает ток зарядки конденсатора до значения, при котором "просадка" напряжения на обмотке реле недостаточна для отпускания его якоря.

Замкнувшиеся контакты K2.1 подключают к источнику питания и обмотку реле K1, однако оно не сработает, пока конденсатор C3 не зарядится через резистор R3, чем и обеспечена задержка включения насоса контактами K1.2. Контакты K1.1 сработавшего реле K1 отключают от его обмотки конденсатор C3, и он разряжается через резистор R4.

После размыкания выключателя SA1 первым отпускает якорь реле K1. Контакты K1.2 разрывают цепь питания насоса. Реле K2 изменит состояние только после разрядки конденсатора C2 через его обмотку, диод VD3 и замкнутые контакты K2.2. Этим обеспечена задержка закрывания клапана.

В коммутаторе использованы реле TGL 200-3796 на напряжение 24 В с сопротивлением обмотки около 1 кОм. При номиналах элементов, указанных на схеме, и напряжении на вторичной обмотке трансформатора T1 24 В задержки включения насоса и закрывания клапана находятся в пределах 1,5...2 с. Напряжение на конденсаторе C1 при сработавших реле — около 32 В, а на обмотках реле — 20 В, что вполне достаточно для надежного срабатывания и удержания якоря.

Если установить другие реле (на напряжение 12...48 В), придется применить трансформатор T1 на соответствующее напряжение и подобрать конденсаторы C2 и C3, обеспечивающие нужные задержки, и с достаточным допустимым напряжением. Диодный мост КЦ407А можно заменить любым из серий КЦ402, КЦ405, а диоды КД102А — другими выпрямительными диодами, например, КД105Б или КД212А.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

тел. 208-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Визуализатор высоты тона терменвокса

Л. КОРОЛЕВ, г. Москва

Как следует из принципа работы терменвокса, у этого ЭМИ гриф в явном виде отсутствует, или, образно говоря, он невидим и неосязаем. Это, с одной стороны, собственно, и придает инструменту неповторимое своеобразие, а с другой — накладывает серьезные ограничения на использование инструмента в ансамблевой игре. Несложная приставка к терменвоксу, представленная ниже, позволяет снять эти ограничения. Кроме основного применения, визуализатор грифа или, говоря иначе, высоты тона, может быть полезен при обучении вокалу и игре на музыкальных инструментах со свободным интонированием.

Из практики известно, что ошибка в определении начальной высоты звука самой первой ноты, с которой начинается исполнение той или иной пьесы, у скрипачей, например, может достигать двадцати пяти центов (один цент равен 0,01 полутона). Благодаря быстрой реакции скрипача и помощи вибрато такая ошибка практически не фиксируется слушателем как фальшь.

Совершенно иначе обстоит дело в терменвоксе [1] — точность определения начальной высоты звука по визуальной оценке расстояния между ладонью левой руки и штырем высоты терменвокса соответствует приблизительно ±200 центам... Разумеется, ни о каком применении инструмента в ансамблевой или оркестровой игре в реальном времени без принятия специальных мер не может быть и речи, за исключением игры с общего начала. То есть моменту вступления исполнителя в игру на терменвоксе предшествует совершенно необходимый и важный этап — нахождение начальной высоты звука.

Способы ее нахождения могут быть подразделены на прямые, основанные на прослушивании и сравнении звуков терменвокса и тонзадающего инструмента, и косвенные — опосредованные через частоту звуковых колебаний терменвокса и представляемые исполнителю в удобном и привычном для него виде, например, в виде светового индикатора, откалиброванного в единицах высоты звука, т. е. визуализатора. Об основных недостатках прямых способов уже было сказано — невозможность вступления в оркестровую игру иначе, чем с общего начала; значительное время, необходимое для нахождения начальной высоты (5...8 с), невозможность полной маскировки этого процесса от публики.

В статье [2] описано безынерционное устройство, реализующее косвенный способ как нахождения начальной высоты, так и визуализации звуковысотных характеристик музыкальных звуков терменвокса, первичной информацией для которого служит частота первой гармоники колебаний на выходе его детектора биений. Этот трехоктавный визуализатор позволяет музыканту быстро занять необходимую звуковысотную позицию (расстояние от корпуса исполнителя до штыря высоты звука терменвокса), оперативно найти начальную высоту и без ограничений в любой момент вступить в ансамблевую игру так же, как на любом музыкальном инструменте.

Описанный визуализатор, как показала практика эксплуатации нескольких образцов, имеет ряд недостатков, отмеченных, в первую очередь, музыкантами — сравнительно большую нелинейность звуковысотной шкалы в начале октавы, ограниченный частотный интервал визуализированных звуков, смещенные границы октав, вызывающие неудобства мнемонического плана.

Нелинейность интервалов начальных нот октавы (их суженность) часто приводит на этапе обучения к диспропорции амплитуды пространственных покачиваний правой руки музыканта при вибрато с амплитудой отклонений светового столба индикатора, в результате чего глубина реального вибрато на начальных нотах октав оказывается завышенной. Кроме этого, ухудшается точность определения начальной высоты на этих нотах.

Предлагаемый вниманию читателей вариант визуализатора свободен от указанных недостатков. Он индицирует четыре полные октавы: малую, первую, вторую и третью (по одному индикатору ИН-13 на каждую), и предназначен, прежде всего, для использования в паре с терменвоксом, описанным в [1].

Кроме оперативного нахождения начальной высоты звука, визуализатор позволяет контролировать глубину, а при соответствующем навыке и форму вибрато непосредственно в единицах высоты звука с одинаковой точностью на всех нотах интервала визуализации, свободно ориентироваться в сложной обстановке при исполнении музыкальных эффектов и, наконец, существенно упростить процесс обучения игре на инструменте. Погрешность в определении начальной высоты, как и у скрипачей, примерно равна 25 центам.

Визуализатор может быть использован совместно с акустическими музыкальными инструментами со свободным интонированием и с певческими голосами, а также в измерительной технике как безынерционный аналоговый частотомер с точностью измерения около 2 %.

Принципиальная схема визуализатора показана на **рис. 1**.Одновибратор, собранный на транзисторах VT1, VT2,

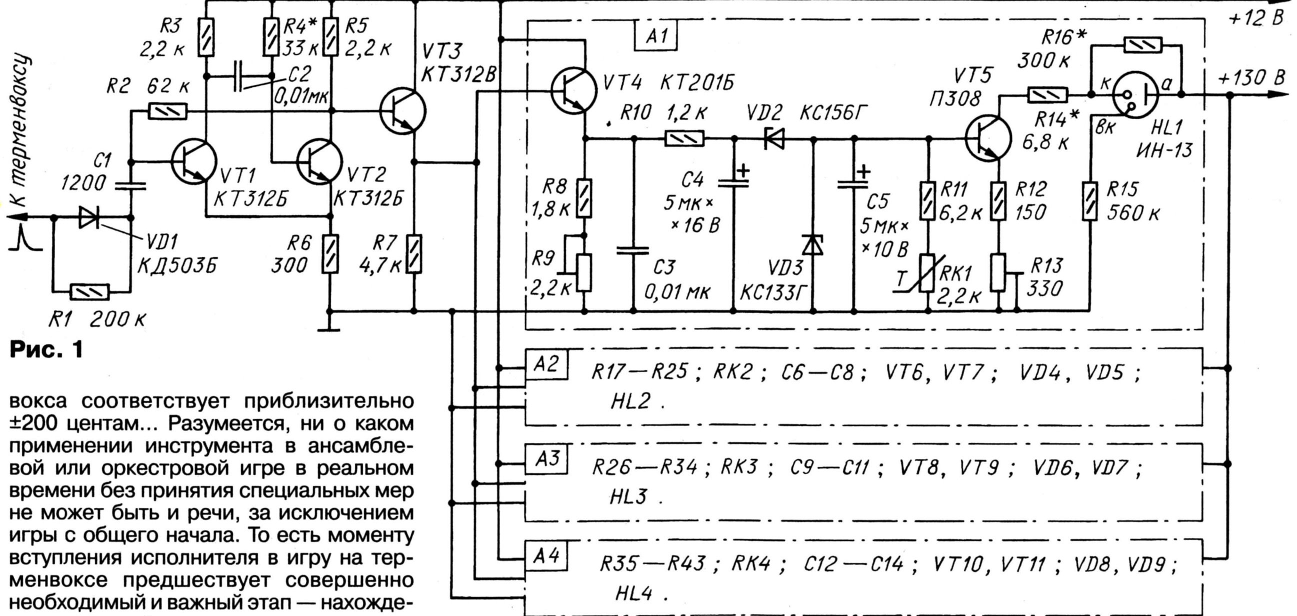


Рис. 1

запускают положительные импульсы, которые формирует специальный узел терменвокса. Положительные импульсы прямоугольной формы длительностью 250 мкс с выхода одновибратора усиливает по току эмиттерный повторитель на транзисторе VT3. Далее сигнал поступает на частотные детекторы четырех октавных каналов A1—A4. Для работы одновибратора необязателен специальный импульс — он может запускаться переменным напряжением прямоугольной формы любой скважности с крутыми фронтами.

Рис. 2

Длительность выходных импульсов одновибратора выбрана оптимальной для обеспечения равномерности звуковысотных интервалов визуализируемых октав.

Все четыре октавных канала схемотехнически идентичны, отличие лишь в значениях емкости конденсаторов С3, С6, С9, С12, которые соответственно равны 0,01, 0,1, 0,53 и 1 мкФ. Указанные значения емкости реализуют, если необходимо, параллельным соединением конденсаторов. Частотный детектор на транзисторе VT4 (VT6, VT8, VT10) с эмиттерной нагрузкой особенностей не имеет. Подстроечным резистором R9 изменяют постоянную времени зарядно-разрядной цепи, а следовательно, и постоянную составляющую на эмиттере транзистора VT4, что необходимо при налаживании.

Цепь R10C4 — фильтр, устраняющий пульсации напряжения, которые вызывают размытость вершины светового столба индикатора HL1. На выходе этого фильтра напряжение пропорционально частоте звука. Логарифмирующая нелинейная цепь VD2VD3R11RK1 выполняет важные функции — выравнивает мензуру (степень равномерности полутоновых интервалов) октавного визуализатора и устраняет излишек постоянной составляющей частотного детектора. Напряжение на ее выходе, т. е. на базе транзистора VT5, пропорционально высоте звука.

Конденсатор С5 дополнительно фильтрует управляющее напряжение, а также устраняет импульсные помехи, возможные при малых значениях управляющего напряжения. Полоса пропускания описанного тракта преобразования обеспечивает прохождение нескольких гармоник частоты вибрато, что необходимо для визуального контроля формы вибрато.

Индикатор включен в коллекторную цепь линейного управляющего усилителя на транзисторе VT5. Резистор R15 поддерживает постоянный ток тлеющего разряда участка анод—вспомогательный катод индикатора при отсутствии управляющего напряжения. С появлением управляющего напряжения на базе транзистора VT5 он открывается, появляется ток через индикатор и тлеющий разряд "поджигает" основной участок анод—катод индикатора, в нем появляется светящий столб.

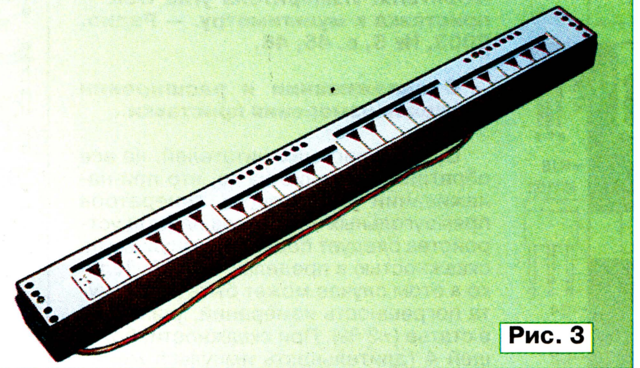
Длина столба индикатора каждого октавного канала прокалиброванa в единицах высоты звука — полутонах контрастными рисками, проведенными от каждой ноты мнемонической шкалы, изображенной в виде клавиатуры фортепианного типа, до колбы индикатора. Резистор R16 выводит ток транзистора VT5 на линейный участок при малом управляющем напряжении на его базе, что способствует линейности мензуры начального участка октавной шкалы. Резистор R14 ограничивает ток индикатора и фиксирует максимальную длину светового столба при насыщении транзистора VT5, а резистор R13 позволяет установить длину столба, соответствующую ноте "си".

Визуализатор питается от двух источников напряжения — 12 и 130 В, находящихся в терменвоксе. Если визуализатор не встроен в терменвокс, то питание подводят от отдельного блока по кабелю вместе с импульсами запуска.

На **рис. 2** изображена схема одного из вариантов устройства запуска для работы с обучаемыми музыкантами и вокалистами. Микрофон или другой акустоэлектрический преобразователь подключают к разъему X1. Усилитель VT1, VT2 обеспечивает усиление входного сигнала приблизительно в сто раз. Цепь R1VD1VD2 ограничивает входные сигналы обеих полярностей на уровне 0,5 В и защищает транзистор VT1 от воздействия статического электричества. Резистор R2 — нагрузочный для микрофона МД-47, примененного в устройстве.

Предусмотрена возможность запуска от внешнего источника электрического сигнала любой формы. Его подают на разъем X2, а тумблер SA1 переводят в нижнее по схеме положение. Цепь R7VD3VD4, как и в предыдущем случае, выполняет защитно-ограничительные функции. Ступень на транзисторе VT3 усиливает сигнал запуска триггера Шмитта, собранного на транзисторах VT4, VT5. Выходные импульсы триггера положительным перепадом запускают одновибратор визуализатора. Конденсаторы С3, С6 ослабляют гармоники, которыми изобилуют сигналы смычковых инструментов и певческих голосов, вызывающие крайне нежелательное "дробление" запуска триггера Шмитта.

Конструктивно визуализатор выполнен в виде длинной узкой коробки, на верхней панели которой расположены октавные индикаторы (см. фото на **рис. 3**). Такая конструкция наиболее удобна для концертного терменвокса. Визуализатор можно вмонтировать в корпус терменвокса либо закреплять на его крышке.


Рис. 3

Коробка визуализатора длиной 500 и шириной 44 мм спаяна из пластин фольгированного с одной стороны стеклотекстолита. Крышка наклонена в сторону исполнителя; глубина коробки со стороны передней панели 30 мм, задней — 40 мм. В крышке прорезаны четыре прямоугольных отверстия размерами 104×5 мм для установки индикаторов. Продольная центральная линия двух ближних к заднему краю крышки отверстий отстоит от края на 9 мм, а остальных двух — на 18 мм. Индикаторы расположены на крышке так, что концы перекрываются внахлест и колбы соприкасаются.

В левой части крышки просверлены также восемь небольших отверстий для доступа к подстроечным резисторам. Кроме этого, необходимо обеспечить вентиляцию, просверлив в крышке и в дне коробки по 20—25 отверстий диаметром 5...6 мм. Вдоль индикаторов на крышке наносят мнемонический рисунок клавиатуры фортепианного типа.

Индикаторы HL1—HL4 и резисторы R15, R16 (R24, R25; R33, R34; R42, R43) лучше всего смонтировать непосредственно на крышке визуализатора. В любом случае следует предусмотреть возможность небольшого — 3...5 мм — продольного перемещения индикаторов перед их окончательным креплением.

(Окончание следует)

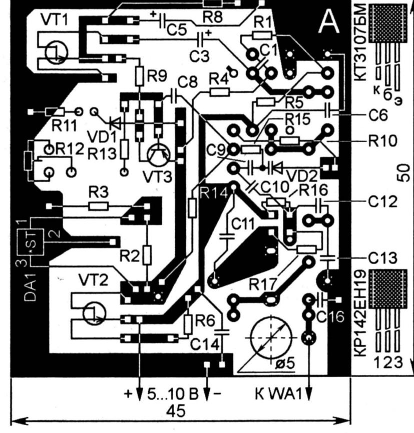
Редактор — Л.Ломакин, графика — Л.Ломакин, фото — Е. Карнаухов

тел. 207-88-18 Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НАУМОВ А. Радиомикрофон. — Радио, 2004, № 8, с. 19, 20.

Печатная плата.

Печатную плату (**рис. 1**) изготавливают из двусторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 0,6 мм. Плата рассчитана на применение проволочного подстроечного резистора



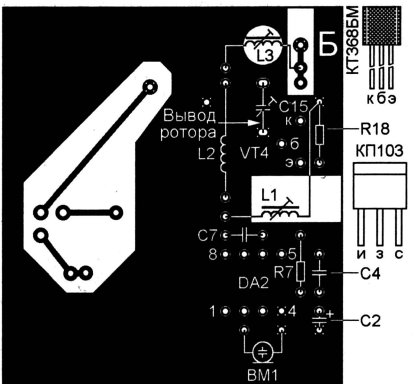


Рис. 1

СП5-2ВА (R12), постоянных резисторов для поверхностного монтажа (R16, R17) и С2-33 (остальные), конденсаторов К50-68 (С2), К53-18В (С3, С5), КТ4-23 (С15) и К10-73, КД (остальные). Для уменьшения габаритов конструкции на стороне Б предусмотрено место для размещения девятивольтной батареи питания типоразмера 6F22 ("Крона"), поэтому большинство деталей монтируют на стороне А.

Монтаж комбинированный: выводы одних элементов припаивают к печатным проводникам, других — соединяют навесным монтажом (выводы, изображенные на стороне А линиями, оканчивающимися на границах круглых контактных площадок, накручивают на выступающие концы выводов деталей, установленных на стороне Б; места пайки к печатным проводникам выводов деталей, монтируемых на стороне А, показаны белыми квадратами). Во избежание замыканий фольгу с кромок всех отверстий на стороне Б, кроме помеченных четырьмя точками, удаляют зенковкой сверлом большего диаметра, а на корпусы элементов R1, R14, R15, C3, VT1 и выводы R4, VD1 надевают изоляционные трубки соответствующего диаметра. Выводы деталей и отрезки луженого провода, вставленные в помеченные отверстия, припаивают к фольге обеих сторон платы.

Катушку L1 наматывают на каркасе диаметром 6 и длиной 12 мм (отрезок каркаса с внутренней резьбой катушки фильтра ПЧ указанного в статье) с надетыми и приклеенными к нему на расстоянии 1 мм от концов квадратными щечками размерами 10×10 мм из текстолита толщиной 0,6 мм. При монтаже эти щечки приклеивают к плате. Каркас катушки L3 вставляют в предусмотренное для него отверстие и закрепляют клеем. Выводы микрофона припаивают к двум стойкам из луженого провода диаметром 0,6...0,8 мм, впаянным в соответствующие отверстия в плате.

ПОТАЧИН И. Приборы для автолюбителя. Измеритель угла ЗСК — приставка к мультиметру. — Радио, 2003, № 5, с. 45, 46.

О налаживании и расширении пределов измерения приставки.

Судя по письмам читателей, не все обратили внимание на то, что при налаживании с помощью генератора прямоугольных импульсов на вход устройства следует подавать импульсы со скважностью в пределах 4...1,25. Только в этом случае может быть достигнута погрешность измерений, указанная в статье (±3 %). При скважности, большей 4 (длительность импульса менее 25% периода колебаний), напряжение питания микросхемы DD1 заметно снижается и погрешность измерений возрастает.

Предел измерения частоты вращения коленчатого вала можно увеличить до 4000...6000 мин$^{-1}$. Для этого следует уменьшить емкость конденсаторов С2 и С3 до 100 пФ, а сопротивление резисторов R5 и R6 увеличить соответственно до 2 и 4,7 МОм. Кроме того, необходимо увеличить емкость конденсатора С5 (ее придется подобрать в процессе налаживания), что приведет к увеличению времени установления показаний мультиметра (его в этом случае переключают на предел "200 мВ").

АЛЕХИН Г. "Записка" по телефону. — Радио, 2005, № 1, с. 46.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта печатной платы устройства изображен на **рис. 2**. На ней размещены все детали, кроме выключателя SA1, кнопок SB1, SB2, капсюля BF1 и микроамперметра PA1. Плата рассчитана на применение

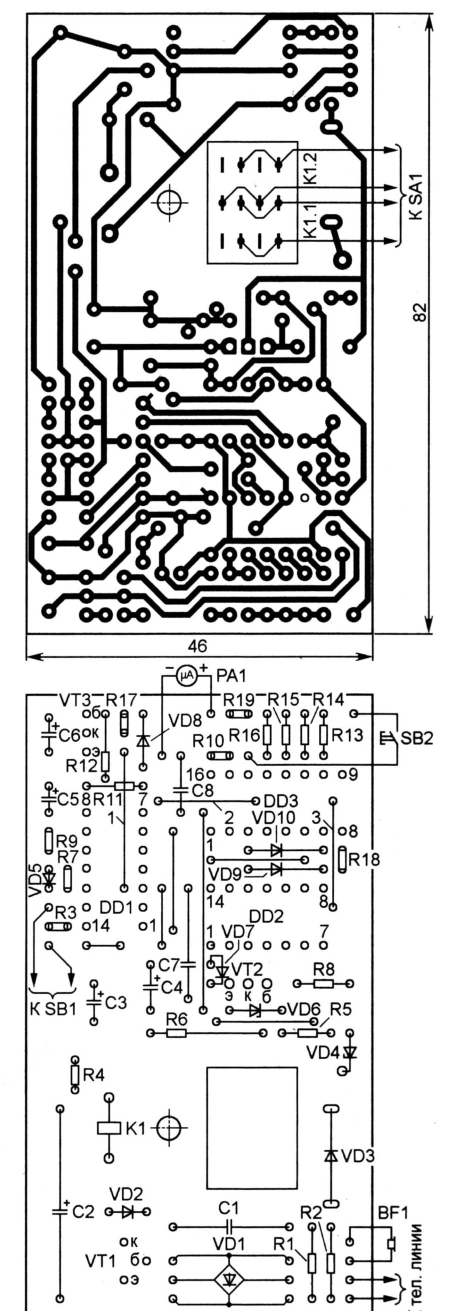


Рис. 2

резисторов МЛТ, конденсаторов К73-17 (С1), К52-1 (С2, С4—С6), К50-35 (С3), реле РЭС32. Не показанные на схеме конденсаторы С7, С8 (КМ емкостью 0,047...0,1 мкФ) — блокировочные в цепях питания микросхем. Все резисторы (кроме R1, R2, R6), стабилитроны и диоды (кроме VD3, VD9, VD10) монтируют перпендикулярно плате. Проволочные перемычки 1—3, соединяющие печатные проводники на противоположной стороне платы, изготавливают из провода в теплостойкой изоляции (например, МГТФ) и впаивают до установки на место микросхем DD1 и DD3.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

Ответственный редактор Иванов Б. С.
тел. 207-88-18
E-mail: mail@radio.ru

РАДИО начинающим

При участии Управления воспитания и дополнительного образования детей и молодежи Минобразования РФ.

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Датчик-индикатор пульса

А. ГРИШИН, г. Москва

Частота пульса (сердечных сокращений) относится к числу важнейших физиологических показателей. В простейшем "бытовом" методе измерения проводятся с помощью пальца на запястье и часов, желательно с центральной секундной стрелкой. Однако простота — не только основное, но и единственное достоинство этого метода. Для более серьезных применений, например, в медицине и спорте, созданы разнообразные методы измерения и реализующая их аппаратура, от простых счетчиков-частотомеров и до сложных компьютерных программ. Однако для любого метода измерения в первую очередь требуется датчик — устройство, преобразующее исходный гидравлический сигнал кровеносной системы в электрический.

Существуют несколько способов построения датчиков пульса. Один из них — оптический. Принцип работы этого вида датчиков основан на том, что в момент "удара" сердца давление в кровеносной системе возрастает, капилляры расширяются, просвет между ними сужается, что приводит к изменению прозрачности живой ткани. В результате возникает модуляция проходящего светового сигнала по амплитуде. Эта модуляция крайне невелика, поэтому перед подачей на измерительный прибор или индикатор электрический сигнал необходимо соответствующим образом "подготовить" и усилить. Это делает электронная часть устройства. Для того чтобы избежать путаницы в дальнейшем, четко определимся с терминами. По отношению к измерительному прибору (напомним, что им может быть и компьютер со специальной программой) датчиком является устройство в целом. Однако само устройство состоит из собственно датчика, т. е. первичного параметрического преобразователя, и электронной части. Поскольку в статье приводится описание устройства в целом, в дальнейшем датчиком будет называться именно первичный преобразователь.

Вниманию читателей предлагается простая в изготовлении и настройке конструкция датчика-индикатора, работающего по описанному принципу. Наличие светодиодного индикатора позволяет применять его автономно, и не только наглядно видеть пульс, но и проводить простейшие измерения.

Схема датчика-индикатора приведена на **рис. 1**. Устройство содержит собственно датчик (первичный параметрический преобразователь), выполненный на излучающем диоде VD1 и фототранзисторе VT1, усилитель и компаратор, собранные на ОУ DA1.1 и DA1.2 соответственно. Модулированное пульсом излучение диода VD1 поступает на фотоприемник, выполненный на фототранзисторе VT1. Применить фотодиод оказалось невозможно ввиду его малой чувствительности. С резистора нагрузки R2 фототранзистора сигнал поступает на вход усилителя переменного напряжения, выполненного на ОУ DA1.1. Конденсатор C2 на входе усилителя отсекает постоянную составляющую входного сигнала, пропуская только информационный НЧ сигнал. Конденсатор C1 служит для подавления помех, частота которых существенно больше частоты полезного сигнала. Усилитель выполнен по стандартной схеме, его режим стабилизирован цепью ООС через резистор R6.

Усиленный сигнал поступает на компаратор, выполненный на ОУ DA1.2, который формирует прямоугольные импульсы. "Удары" пульса индицируются светодиодным индикатором HL1, подключенным к выходу компаратора через ограничительный резистор R10. К выходу компаратора может быть подключена и другая измерительная аппаратура.

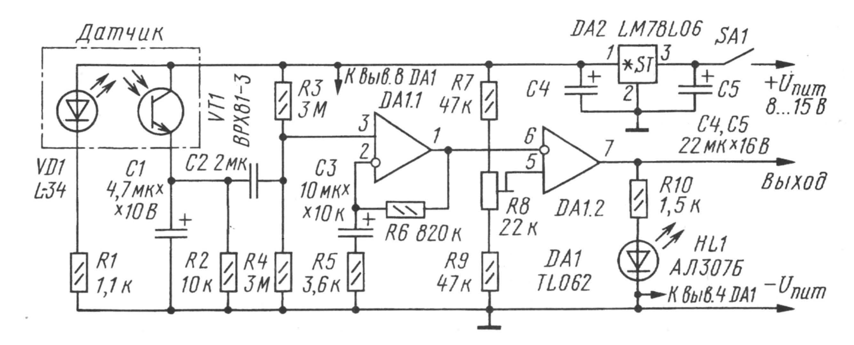


Рис. 1

Напряжение питания стабилизировано интегральным стабилизатором DA2 и равно 6 В. Устройство можно питать от любого источника с напряжением 8...15 В. Потребляемый ток — не более 8 мА. Автономное питание удобно осуществить от батареи "Крона" или аккумулятора 7Д-0,125. Время от включения устройства до начала измерений

(время готовности) не более 10 с. Оно определяется временем зарядки конденсаторов С2 и С3.

Особого внимания заслуживает конструкция датчика. Его основой служит любая подходящая по размерам и внешнему виду прищепка или клипса, например, обычная пластмассовая бельевая прищепка, клипса для ушей или для штор, заколка для волос и т. п. В "губках" клипсы-прищепки соосно просверливают отверстия, в которые монтируют светодиод и фототранзистор. И хотя такая конструкция предельно проста, изготовление работоспособного датчика требует тщательности и аккуратности.

Главная проблема — исключение боковой засветки фототранзистора. Суть ее была изложена в статье автора "Музыкальный кот" в "Радио", 2005, № 5, с. 57, 58. Однако в случае датчика-пульсометра ситуация сложнее и требования более жесткие. Для нормальной работы датчика необходимо, чтобы на фотоприемник попадал только свет от излучателя, прошедший через живую ткань человеческого тела и "промодулированный" пульсом. Но на фотоприемник может попадать и внешний свет, снижающий относительный уровень полезного сигнала вплоть до полной потери работоспособности датчика. Причем, если постоянный световой поток дневного света только снижает относительный уровень полезного сигнала, пульсирующий световой поток от осветительных ламп опаснее, поскольку сигнал от пульсаций проходит на вход усилителя через разделительный конденсатор. Частота пульсаций осветительных ламп — 100 Гц; у люминесцентных ламп дневного света относительный уровень пульсаций достигает 100 %, у ламп накаливания они значительно меньше, в среднем 30 % от общего светового потока. Конденсатор С1, образующий простейший фильтр на входе усилителя, полностью подавить эти пульсации не в состоянии. Поэтому единственным решением является экранирование датчика от внешней засветки. Положение осложняется тем, что найти в продаже ИК излучающий диод и фототранзистор диаметром 3 мм в непрозрачном (металлическом) корпусе практически нереально. Поэтому в первую очередь желательно подобрать клипсу-прищепку из темного, непрозрачного материала.

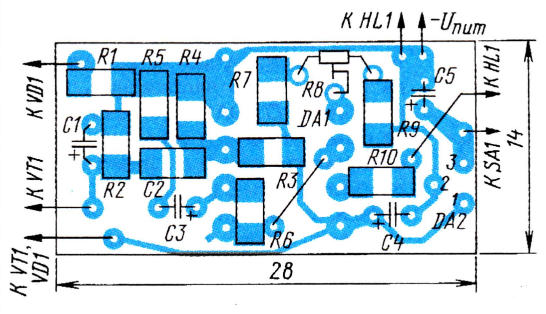


Рис. 2

В качестве излучателя целесообразно применить чип-диоды, например, KPA-3010, KPL-3015. Можно применить и излучающие диоды в прозрачном корпусе диаметром 3 мм, например L-34. В качестве фотоприемника также лучше применить чип-фототранзисторы, например, KP-3015P3C, KP-3216P3C, KPC-3216, но найти их в продаже довольно сложно. Возможно применение фототранзисторов типов BPX81-3, BPW17N или в "обычном" прозрачном корпусе диаметром 3 мм, например L32P3C.

Даже при применении черной клипсы-прищепки и чип-элементов все же следует защитить фотоприемник от боковой подсветки. Наилучшим материалом для светового экрана служит алюминиевая фольга, в которую заворачивают шоколадки и конфеты. Но она электропроводна, и надо принять меры, чтобы она не замкнула выводы. Выполнение экранировки определяется конкретными особенностями конструкции, например, круглые элементы обматывают двумя слоями фольги, а на один из выводов во избежание замыкания одевают изолирующую трубочку.

Наилучшим местом для датчика является мочка уха, мягкая ткань которой пронизана кровеносными сосудами. Возможны и другие места установки датчика, например, на складке кожи ладони между большим и указательным пальцами.

В конструкции могут быть применены чип-резисторы типоразмера 1206 или 0805. Оксидные конденсаторы — К50-16, К50-35 или аналогичные импортные. Конденсатор С2 — керамический, для поверхностного монтажа, типоразмера 1206 или 1208. Подстроечный резистор — СПЗ-38а; можно применить и другого типа, но при этом придется немного изменить печатную плату. Светодиод может быть любого типа.

Устройство смонтировано на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита или гетинакса толщиной 0,75...1 мм. Чертеж печатной платы приведен на **рис. 2** (масштаб 2:1). Собранное без ошибок и из исправных деталей устройство нуждается только в подстройке порога компаратора с помощью резистора R8. Подключив датчик-индикатор к цифровому частотомеру со временем счета 1 мин, удается получить несложный цифровой измеритель пульса.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

Преобразователь (**рис. 1**) работает от одного гальванического элемента G1. При максимальном токе нагрузки (25 мА) КПД — не менее 85 %. Ток, потребляемый преобразователем в режиме холостого хода (без нагрузки), не превышает 1,5 мА. Работоспособность преобразователя сохраняется при снижении питающего напряжения до 1 В. При этом КПД уменьшается до 75...80 %.

На транзисторе VT2, трансформаторе Т1 и элементах R1, VD1, R2, С1 выполнен однотактный генератор с индуктивной обратной связью. Частота генератора зависит от емкости конденсатора С1 и индуктивности первичной (I) обмотки трансформатора. Импульсное напряжение со вторичной обмотки (II), которое при отсутствии ООС достигает 20...25 В, выпрямляется диодом VD2 (с барьером Шотки для увеличения КПД). Фильтрует выпрямленное напряжение конденсатор С3, а стабилизирует его каскад на полевом транзисторе КП501А (VT1) с изолированным затвором, включенный в цепь отрицательной обратной связи. Выходное напряжение подается через делитель R4R3 на затвор полевого транзистора.

Если выходное напряжение по какой-либо причине повысится, то при достижении на затворе VT1 значения 2,3...2,4 В транзистор откроется, закрывая VT2. В результате уменьшаются скорость нарастания магнитного потока в трансформаторе и выходное напряжение.

При изменении сопротивления резистора R4 от 0 до 100 кОм выходное напряжение изменяется от 2,3...2,4 до 4,5...5 В. При указанном на схеме сопротивлении этого резистора выходное сопротивление составляло 3,8 В. Поскольку увеличение тока через светодиод EL1 свыше 25 мА вызывает незначительное увеличение яркости и, соответственно, бесполезный расход энергии источника питания, в устройство введена цепь стабилизации тока через резистор R5. Подбором его удалось установить ток через светодиод равным 25 мА. При этом стабилизация тока осуществляется аналогично стабилизации напряжения, что способствует увеличению КПД.

Высокий КПД преобразователя достигается применением на месте VT2 транзистора КТ817Б2 с малым напряжением насыщения коллектор—эмиттер (0,1 В при токе 0,1 А) и высоким коэффициентом передачи тока (более 300). Кроме того, КПД увеличивается благодаря применению в цепи ООС по напряжению полевого транзистора, а в цепи ООС по току — германиевого транзистора

Преобразователь напряжения для светодиодного фонаря

М. ОЗОЛИН, с. Красный Яр Томской обл.

При попытке повторить конструкции светодиодных фонарей, описанных в [1, 2], я столкнулся с трудностью приобретения микросхем, использованных в указанных публикациях. Тогда я решил разработать преобразователь напряжения для самодельного фонаря на дискретных элементах.

(VT3) с малым напряжением открывания (0,15 В).

Трансформатор Т1 намотан на кольцевом магнитопроводе К16×8,5×5 из феррита с магнитной проницаемостью 2000. Обмотка I содержит 8 витков провода ПЭВ-2 0,1. Обмотка II намотана в два провода ПЭВ-2 0,35 и содержит 16 витков. Витки обеих обмоток распределены равномерно по кольцу.

Резисторы — МЛТ-0,125, конденсатор С1 — серии КМ, С2 и С3 — К50-35. Диод VD1 — любой германиевый маломощный, VD2 — с барьером Шотки (1N5818, 1N5819). Транзистор VT1 любой из серий КП501, КП505; VT2 — КТ817Б2, КТ817Г2 с напряжением насыщения коллектор—эмиттер не более 0,1 В при токе 100 мА и коэффициентом передачи не менее 300, VT3 — любой из серии ГТ311.

Преобразователь смонтирован на печатной плате (**рис. 2**) из односторонне фольгированного стеклотекстолита.

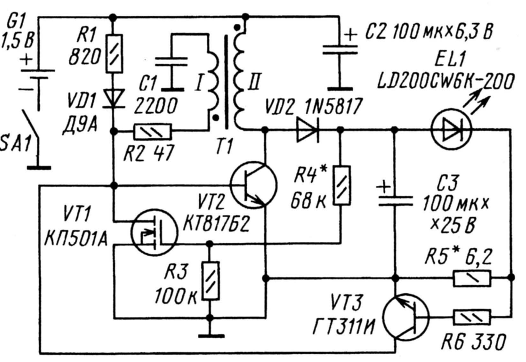


Рис. 1

Рис. 2

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ращенко В.** Карманный фонарь на светодиодах. — Радио, 2004, № 1, с. 36, 37.

2. **Баширов С.** Электронный фонарь с одним светодиодом. — Радио, 2004, № 9, с. 54, 55.

Редактор — Б. Иванов, графика — Ю. Андреев

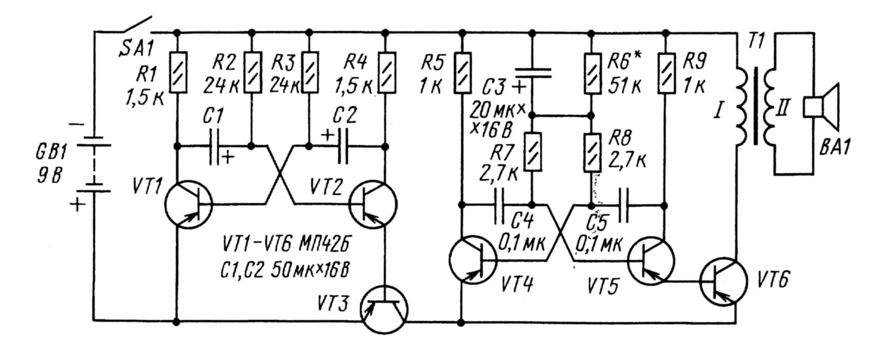
ПО СЛЕДАМ НАШИХ ПУБЛИКАЦИЙ

Имитатор птичьих трелей

Булат ХАННАНОВ (14 лет), г. Уфа

В статье В. Солоненко "Три конструкции на необычном мультивибраторе" в "Радио", 2005, № 1, с. 56, 57 были описаны конструкции на мультивибраторе, вырабатывающем прерывистый сигнал ЗЧ. Предлагаю дополнить их еще одной, способной создавать звуки, имитирующие птичьи трели.

В предлагаемой конструкции (см. **рисунок**) использованы два мультивибратора — стандартный и "необычный". На транзисторах VT1, VT2 собран инфранизкочастотный мультивибратор, частота следования импульсов которого лежит в пределах 0,2...0,5 Гц. К нему через усилительный каскад на транзисторе VT3 подключен "необычный" мультивибратор, вырабатывающий прерывистый сигнал ЗЧ. Иначе говоря, первый мультивибратор служит управляющим по отношению ко второму.



С транзистора VT5 колебания ЗЧ через усилитель мощности на транзисторе VT6 поступают на выходной трансформатор Т1 (от любого малогабаритного транзисторного радиоприемника), а с его вторичной обмотки — на динамическую головку ВА1. Из нее и раздаются звуки, похожие на птичьи трели.

Эта конструкция рассчитана на популярные детали, которых накопилось в радиокружках весьма много. Да и на радиорынках их нетрудно приобрести. Транзисторы могут быть любые их серий МП39—МП42 и аналогичные старых выпусков. Резисторы — МЛТ, оксидные конденсаторы — К50-12, К50-16 или другие аналогичные, остальные конденсаторы могут быть, например, МБМ. Динамическая головка — любая со звуковой катушкой сопротивлением 8—10 Ом и мощностью 0,5—1 Вт.

Чертеж печатной платы не разрабатывался, поскольку все детали смонтированы навесным монтажом на плате из нефольгированного материала.

Редактор — Б. Иванов, графика — Ю. Андреев

Лабораторный блок питания с защитой на самовосстанавливающихся предохранителях

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Лабораторный блок питания, нужный для экспериментов с самыми различными электронными устройствами, должен обладать высокими электрическими характеристиками и надежностью, обеспечивая как собственную безотказную работу, так и предотвращая повреждения подключаемой нагрузки при ошибочных действиях радиолюбителя (человеческий фактор) или из-за неисправностей в ней. Кроме стабилизатора выходного напряжения, такой блок питания должен иметь и защиту от перегрузок и коротких замыканий в цепи нагрузки, что усложняет устройство. В предлагаемом блоке питания автор оригинально решил эти проблемы, применив самовосстанавливающиеся предохранители.

Была поставлена задача разработать простой, но достаточно мощный и надежный лабораторный блок питания, имеющий сравнительно высокие характеристики. Такой блок был изготовлен. В авторском варианте он обеспечивает выходное стабилизированное напряжение от 1,5 до 15 В при токе нагрузки до 3 А и до 20 В при токе нагрузки до 0,5 А. Размах напряжения шума и пульсаций на выходе не превышает 30 мВ. При желании или необходимости путем соответствующей корректировки схемы и конструкции блока допустимый ток нагрузки удается увеличить до 7...10 А.

От других аналогичных конструкций этот блок питания (**рис. 1**) отличает узел защиты от перегрузок и коротких замыканий, выполненный на самовосстанавливающихся предохранителях [1]. Такое решение, по сравнению с известными, имеет свои плюсы и минусы. Сначала о недостатках. Самовосстанавливающиеся предохранители относительно дороги и пока еще не очень распространены. Другой недостаток в том, что при незначительном превышении тока, протекающего через такой предохранитель, разогрев корпуса предохранителя происходит относительно медленно, следовательно, время его переключения из состояния низкого сопротивления в высокое может составить единицы — десятки секунд.

С другой стороны, этот недостаток превращается в достоинство, если подключенная к блоку питания нагрузка в некоторые моменты времени имеет кратковременные всплески потребляемого тока. Таковы, например, устройства, содержащие мощные тяговые электромагниты, электромагнитные реле, лампы накаливания. Всплески тока могли бы привести к ложным срабатываниям обычного устройства защиты. Благодаря применению самовосстанавливающихся предохранителей узел защиты максимально упрощен, что не только повышает надежность устройства при сохранении потребительских качеств, но и заметно облегчает сборку и настройку блока питания.

Сетевое напряжение 220 В переменного тока через замкнутые контакты выключателя SA1 поступает на первичную обмотку понижающего трансформатора T1. Вторичная обмотка трансформатора имеет отвод, что позволяет при малом выходном стабилизированном напряжении уменьшить мощность, рассеиваемую на регулирующем транзисторе VT1. Выбранное вторичное напряжение через переключатель SB1 подается на мостовой выпрямитель, выполненный на диодах VD1–VD4. Выпрямленное постоянное напряжение фильтруют параллельно включенные оксидные конденсаторы большой емкости C5 и C6. Включение блока питания индицирует светодиод HL1 зеленого цвета свечения.

Напряжение постоянного тока через один из предохранителей FU2—FU5 поступает на линейный стабилизатор, выполненный на микросхеме DA1 и транзисторе VT1. Максимальный допустимый постоянный ток подключаемой нагрузки, при котором защита не будет срабатывать, выбирают переключателем SA2, т. е. включением в цепь соответствующего самовосстанавливающегося предохранителя.

При перегрузке или коротком замыкании включенные в цепь предохранители резко увеличивают свое сопротивление, напряжение на их выводах становится почти равным напряжению на выводах конденсаторов C5, C6. В это же время начинает работать светозвуковой сигнализатор перегрузки, собранный на мигающем светодиоде HL2, пьезокерамическом излучателе звука со встроенным генератором HA1 и вспомогательных элементах R2, R3, VD5. Чтобы предохранитель остыл, что восстановит его низкое сопротивление, нужно на несколько секунд отключить нагрузку.

Микросхемы КР142ЕН12А и КР142ЕН12Б [3] выполнены в пластмассовом корпусе КТ-28-2 (ТО-220) с тремя выводами. Они представляют собой регулируемый стабилизатор на-

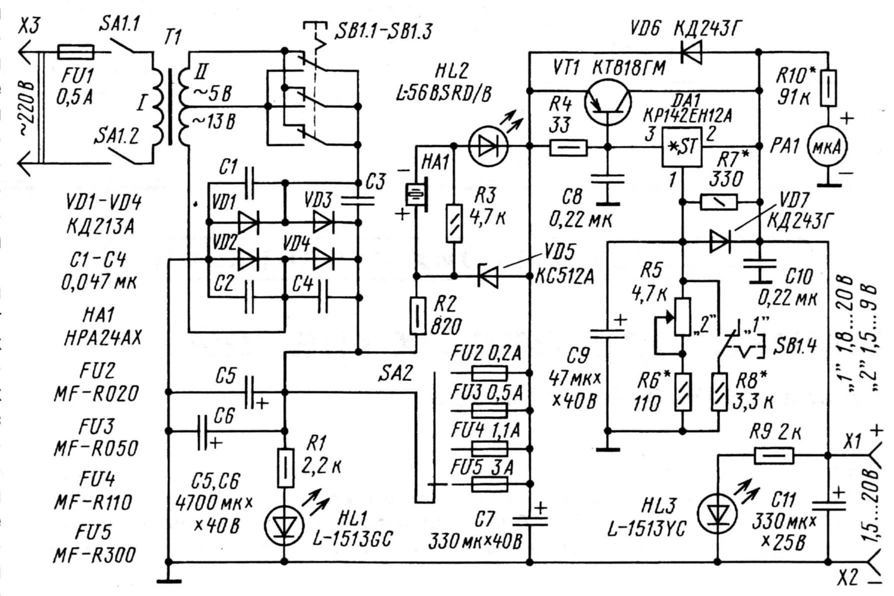


Рис. 1

пряжения компенсационного типа. В микросхеме есть встроенные узлы защиты от перегрева и перегрузки по току. Встроенная нерегулируемая система токовой защиты ИМС в этом варианте исполнения стабилизатора напряжения не использована. Максимальное входное напряжение ИМС может достигать +45 В, выходное — +37 В. Так как допустимый выходной ток для этих микросхем не должен превышать 1 А, а рассеиваемая микросхемой мощность должна быть не более 10 Вт, то, чтобы увеличить максимально допустимые выходной ток и мощность, установлен внешний мощный транзистор VT1.

Выходное напряжение стабилизатора регулируют переменным резистором R5. При замкнутых контактах SB1.4 интервал регулировки выходного напряжения уменьшается примерно вдвое. Контролировать выходное напряжение можно с помощью вольтметра, состоящего из компактного стрелочного микроамперметра PA1 и добавочного резистора R10. Конденсатор C9 предназначен для

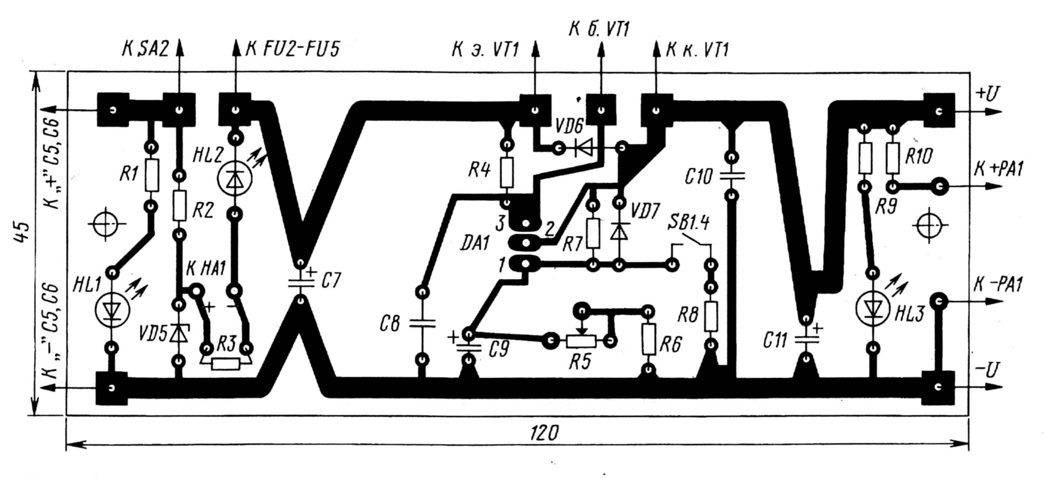


Рис. 2

уменьшения пульсаций выходного напряжения. Диоды VD6, VD7 предотвращают повреждение микросхемы при случайных замыканиях входной цепи стабилизатора.

В устройстве можно использовать постоянные резисторы МЛТ, С1-4, С2-23, С2-33. Чтобы исключить выбросы выходного напряжения, движок переменного резистора R5 должен иметь надежный контакт с токопроводящим слоем. Автор применил малогабаритный однооборотный проволочный резистор ППБ-1А. Вместо него можно использовать аналогичный, но немного бо́льших габаритов ППБ-3А. При надевании ручки на такие переменные резисторы не следует прилагать больших усилий, иначе можно легко сломать керамический ограничитель. Если нет таких резисторов, можно использовать и другие, например, СП3-30а, СП3-33-32, СП3-33-20, РП1-56А. Оксидные конденсаторы — К50-24, К50-35 или их импортные аналоги; остальные конденсаторы — керамические К10-7, К10-17, КМ-5, КМ-6.

Диоды выпрямительного моста желательно применить современные — КДШ2964А, КДШ2964Б, КДШ2965А, КДШ2965Б, 12TQ060, 20TQ045 или КД213 А—Г, 2Д2997 А—В, 2Д2999 А—В. Каждый диод устанавливают на теплоотвод, изготовленный из дюралюминиевой пластины размерами 40×40×1 мм. Диоды VD6, VD7 — любые из серий КД105, КД208, КД209, КД243, 1N4001...1N4007. Стабилитрон VD5 можно заменить на Д814Д, 1N5348, 1N5349, 1N5350, 1N4742A. Мигающий светодиод HL2 использован фирмы Kingbright. Его можно заменить любым аналогичным без встроенного токоограничительного резистора, например, любым из серий L-56B, L-36B, L-796B. Остальные светодиоды — любые, например, серий L-1503, L-1513, L-7113, КИПД21, КИПД40, КИПД66. Излучатель звука со встроенным генератором можно заменить на HPA17AX, EFM-475, EFM-471L, EFM-472AL.

Транзистор (VT1) желательно применить в металлическом корпусе КТ-9 (ТО-3), но можно и в пластмассовых ТО-218, SOT-93, например, любой из серий КТ818, 2Т818, КТ8102, КТ865А. Этот транзистор устанавливают через изолирующую прокладку на ребристом теплоотводе из дюралюминия с площадью охлаждающей поверхности не менее 900 см^2. Микросхему интегрального стабилизатора DA1 устанавливают на теплоотвод из дюралюминиевой пластины размерами 45×30×1,5 мм. Перед креплением микросхемы, транзисторов и диодов выпрямителя их теплоотводящие поверхности смачивают полиметилсилоксановой жидкостью ПМС-40 или смазывают теплпроводящей пастой КПТ-8, АлСил-3, НС-125, Evercool-350. Вместо отечественной микросхемы можно применить импортную LM317T.

Микроамперметр PA1 применен М68501 от индикатора уровня записи/воспроизведения бытового магнитофона. Если позволят габариты корпуса, то вместо него можно установить и более крупный аналогичный индикатор М4761. Выключатель SA1 — клавишный ПТ5-1. Переключатель SA2 — счетверенный блок переключателей П2К с зависимой фиксацией, свободные группы контактов соединены параллельно. SB1 — П2К с самовозвратом с четырьмя группами контактов.

Понижающий трансформатор Т1 — любой с габаритной мощностью не менее 75 Вт с напряжением на вторичной обмотке 18...22 В. Перемотав вторичные обмотки, можно использовать относительно малогабаритные трансформаторы ТП-100-10 (кассетный магнитофон "Комета-225"), ТС-90-1 (черно-белый телевизор серии УСТ-61), ТС-80 (катушечный магнитофон "Снежеть-204-стерео", стереорадиолы "Кантата", "Вега") или изготовить самостоятельно. Самодельный трансформатор наматывают на Ш-образном магнитопроводе сечением 11 см^2. Первичная обмотка содержит 980 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,37 мм; вторичная — 97 витков с отводом от 70-го витка, провод ПЭВ-2 диаметром 1,1 мм. Если ограничиться максимальным током нагрузки до 2 А, то можно применить понижающий трансформатор от отслужившего свой век переносного черно-белого телевизора "Юность 31ТБ". Он имеет меньшие габариты и, соответственно, меньшую мощность. При этом диоды выпрямительного моста можно на теплоотводы не устанавливать.

В авторском варианте исполнения этот блок питания смонтирован в пластмассовом корпусе размерами 150×150×65 мм от неисправного промышленного сигнально-охранного устройства "Сигнал-ВКП". В нижней, боковых и задней стенках следует просверлить несколько сотен вентиляционных отверстий диаметром 2,5 мм. На передней стенке размещены элементы управления и индикации. Мощный транзистор с его теплоотводом вынесен за пределы корпуса и прикреплен винтами к задней стенке. Часть радиодеталей монтируют на печатной плате, **рис. 2**, остальные прикрепляют к корпусу блока питания. Самовосстанавливающиеся предохранители удобно распаять на контактах переключателя SA2. Длина выводов предохранителей до точек пайки должна быть не менее 15 мм.

Настройка собранного блока питания максимально упрощена. Подбором резистора R7 при желании можно точно выставить нижнюю границу регулируемого напряжения 1,5 В (или другую), R6 — верхнюю 20 В. Подбором резистора R10 калибруют шкалу вольтметра PA1. Вовсе не обязательно использовать самовосстанавливающиеся предохранители именно на тот номинальный рабочий ток, который указан на схеме. Можно установить любые другие на рабочий ток 0,1...3 А или более, если вы решите изготовить более мощный вариант блока питания. Если необходимо уменьшить габариты теплоотвода для транзистора, то для более эффективного охлаждения на нем можно смонтировать два малогабаритных вентилятора на 12 В, 50 мА, например, модели PL40S12M, которые применяют в съемных контейнерах для накопителей HDD, ZIP, LS120 и других устройств чтения/записи. Для питания этих вентиляторов потребуется дополнительный стабилизатор на 12 В, например, выполненный на микросхеме КР142ЕН8Б. Для автоматического включения вентиляторов можно применить несложное электронное термореле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самовосстанавливающиеся предохранители MULTIFUSE фирмы BOURNS. — Радио, 2000, № 11, с. 49—51.

2. **Бирюков С.** Лабораторный блок питания 0...20 В. — Радио, 1998, № 5, с. 55, 56.

3. **Нефедов А., Головина В.** Микросхемы КР142ЕН12. — Радио, 1993, № 8, с. 41, 42.

Редактор – В. Поляков, графика – Ю. Андреев

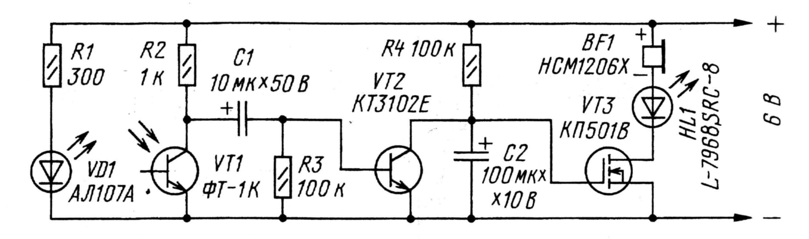
Сигнализатор для посудомоечной машины

А. СОРОКИН, г. Видное Московской обл.

В процессе эксплуатации посудомоечной машины выяснилось, что качество отмывки посуды ухудшается, если ротору с соплами, отмывающему посуду раствором моющего средства, что-нибудь мешает свободно вращаться. Достаточно, например, неудачно положенной чашке повернуться ручкой вниз, в сторону ротора, как ротор начинает задевать за нее. В результате посуда остается непромытой.

Для предотвращения такой ситуации предназначено предлагаемое устройство (см. **рисунок**), выполненное на основе генератора, описанного в статье А. Бутова "Генераторы-сигнализаторы" в "Радио", 2002, № 7, с. 59, 60.

Принцип действия сигнализатора схож с принципом действия автостопа магнитофона. Ротор посудомоечной машины, имеющейся у автора, делает один оборот за 7...10 с. Дважды за оборот конец лопасти перекрывает поток света от инфракрасного излучающего диода VD1. На коллекторе фототранзистора VT1 появляются импульсы, открывающие транзистор VT2. Конденсатор C2 заряжается от источника питания через резистор R4. При поступлении импульсов от фототранзистора этот конденсатор разряжается через открытый транзистор VT2.



Если ротор останавливается, конденсатор C2 успевает зарядиться до напряжения, при котором транзистор VT3 пропускает ток, достаточный для зажигания мигающего светодиода HL1. Он начинает мигать, а включенный последовательно с ним капсюль BF1, — издавать звук, сигнализируя об остановке ротора. Постоянная времени этого процесса зависит от параметров деталей R4, C2.

Подбором их можно подстраивать сигнализатор под скорость вращения ротора различных посудомоечных машин.

Инфракрасный излучающий диод VD1 и фототранзистор VT1 закреплены внутри камеры машины так, что ротор при вращении перекрывает поток лучей от излучающего диода к фотоприемнику. Расстояние между ними — 15 мм. При большем расстоянии для уверенного срабатывания автоматики можно установить резистор R1 меньшего сопротивления. Места паек и металлический корпус фототранзистора (оставлено только окошко для прохода лучей) залиты термоклеем для предотвращения окисления — ведь детали практически постоянно омываются водой. По этой причине категорически запрещается использовать для питания сигнализатора бестрансформаторный источник!

Лучший способ — питать устройство от трансформаторного нестабилизированного выпрямителя напряжением 6 В мощностью 1 Вт. Первичная обмотка может быть подключена параллельно индикатору включения машины, чтобы только после этого подавалось напряжение на сигнализатор.

На месте VD1 подойдет любой ИК излучающий светодиод либо сверхъяркий светодиод красного цвета свечения. Фототранзистор может быть практически любой. Транзистор VT2 должен быть с коэффициентом передачи тока не менее 100 и малым обратным током коллектора. На месте VT3 допустимо установить токовый ключ КР1014КТ1А. Капсюль со встроенным генератором может быть любой другой, рассчитанный на напряжение 6 В. Мигающий светодиод можно заменить аналогичным с меньшим диаметром корпуса, желательно красного цвета свечения. Резисторы — МЛТ-0,25, конденсаторы — импортные аналоги К50-35 на напряжение не менее 10 В.

Печатная плата не разрабатывалась, монтаж выполнен на отрезке макетной платы. Плата вместе с блоком питания размещена на свободном месте внутри посудомоечной машины. Для светодиода просверлено отверстие в заглушке кнопки на передней панели, не использованной в указанной модификации машины.

Редактор – Б. Иванов, графика – Ю. Андреев

Интересные разработки с "Архимеда"

В. ДРОНОВ, В. ВЕРЮТИН, г. Москва

Ежегодно в Москве проводится Международный Салон промышленной собственности "Архимед". Это грандиозное мероприятие, в котором участвуют как государственные и частные фирмы стран СНГ, так и многие зарубежные страны.

Несмотря на обилие представленных конструкций "взрослых" экспонентов, организаторами было уделено внимание и юным конструкторам. Специально для детей был отведен научный городок (**рис. 1**), вместивший сотни занятных экспонатов. Лишь о некоторых из них пойдет рассказ.

"Вечный двигатель"

Как известно, вечных двигателей не бывает. И тем не менее в Федеральном Центре технического творчества г. Москвы разработана конструкция "вращающийся ротор на магнитной подвеске". Его можно было видеть на стенде Центра (**рис. 2**) в Салоне (внизу справа).

Как рассказывает автор конструкции Виолетта Кузнецова, образец сувенира функционирует уже свыше пяти лет без какого-либо обслуживания. Чем не "вечный двигатель"! Ротор может просто висеть в воздухе либо вращаться. Длительный срок эксплуатации обусловлен магнитной подвеской, т. е. отсутствием трущихся поверхностей. Отсюда и минимальная потребляемая мощность приводного механизма порядка 1 мкВт, которая легко может быть получена из окружающей среды в виде преобразованного в электрическую энергию электромагнитного излучения.



Рис. 1


Рис. 2


Рис. 3

Основными компонентами приводного механизма являются редкоземельный постоянный магнит, расположенный на вращающемся или колеблющемся роторе, катушка индуктивности (электромагнит), установленная на корпусе сувенира, и электронное устройство, питающееся от какого-либо устройства. Следует заметить, что схемы подобных устройств для игрушек-аттракционов публиковались в журнале "Радио" за 1973—1974 гг.

Вторую конструкцию подобного сувенира — "Вечный двигатель" — маятник" — собрал Дмитрий Пронькин (**рис. 3**) из того же Центра. Руководил работами В. И. Верютин.

Редактор — Б. Иванов, фото — авторов

(Окончание следует)

Игровой "барабан"

Д. МАМИЧЕВ, п/о Шаталово-1 Смоленской обл.

Эта игра по принципу действия несколько напоминает ту, что проходит в "Поле чудес". Правда, "барабан" в нашем случае не придется раскручивать, поскольку он заменен микроамперметром со шкалой, на которой расположены названия выигрышей.

Такой "барабан" (**рис. 1**) можно использовать при проведении различных игр, викторин, розыгрышей и т. д. После нажатия и отпускания игровой кнопки стрелка микроамперметра устанавливается случайным образом в одном из 16 игровых секторов, определяя тем самым дальнейший ход игры или конкретный выигрыш.

Рис. 1

Основа устройства (**рис. 2**) — зарубежная микросхема серии КМОП CD 4060B. В ее состав входят 14-разрядный двоичный счетчик (используют только четыре первых разряда) и два инвертора, позволяющие собрать генератор, частота которого задана номиналами деталей R1, R2, C2. Резисторы R4—R7 и микроамперметр PA1 образуют простейший ЦАП (цифроаналоговый преобразователь). Конденсатор C3 сглаживает пульсации стрелки индикатора во время его работы.

Теперь несколько слов о работе устройства. После подключения напряжения питания счетчик обнуляется благодаря цепочке C1R3, а работа генератора оказывается блокированной из-за открытого диода VD1. На выходах счетчика устанавливается низкий уровень, поэтому стрелка индикатора отклоняется до конечной отметки шкалы.

После нажатия на кнопку SB1 цепь тока через микроамперметр разомкнута, блокировка генератора отсутствует и он запускается. Идет счет импульсов в двоичном коде. В момент отпускания кнопки стрелка прибора индицирует зафиксировавшееся на выходах счетчика состояние, указывая игровой сектор.

Все детали, кроме микроамперметра, кнопочного выключателя и гнезд X1, X2 для подключения питающего напряжения, монтируют на печатной плате (**рис. 3**) из односторонне фольгированного материала. С микроамперметра типа M24 с током полного отклонения стрелки 100 мкА снимают шкалу и наклеивают на ее поверхность бумажную шкалу с нарисованными на ней изображениями игровых секторов.

Налаживание "барабана" сводится к подбору резисторов R4—R7 или положения секторов на бумажной шкале (можно также использовать регулировочный винт микроамперметра).

Питают устройство от батареи напряжением 4,5 В или стабилизированного источника постоянного тока. Кроме указанной микросхемы, можно использовать ее китайский аналог HCF4060BE (без изменения схемы).

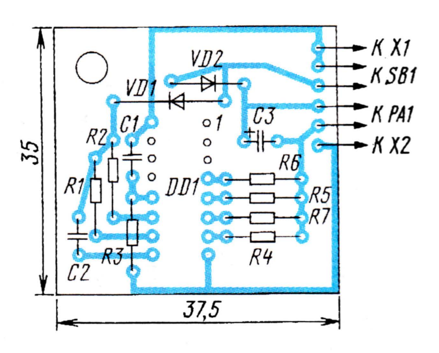


Рис. 3

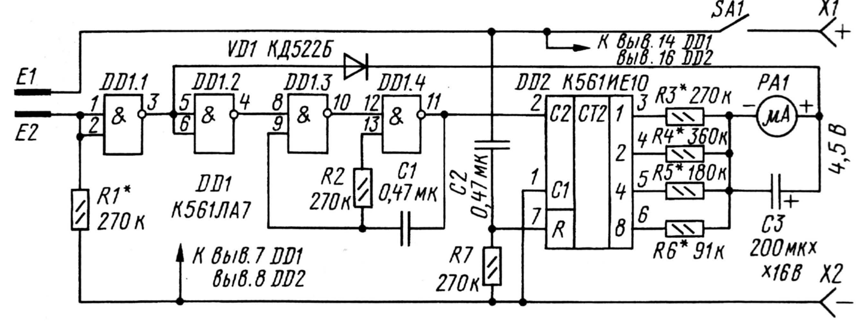


Рис. 4

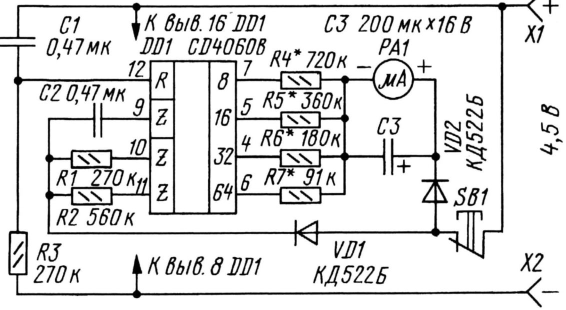


Рис. 2

При отсутствии указанных микросхем устройство можно выполнить на двух микросхемах серии К561, например, по схеме, показанной на **рис. 4**. Сенсорные контакты E1, E2, выполненные из медной фольги или проволоки, играют роль кнопки. В остальном работа устройства схожа с предыдущей конструкцией. Печатная плата для этого варианта не разрабатывалась.

Редактор — Б. Иванов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Ответственный редактор Степанов Б. Г. (RU3AX)
тел. 207-68-89
E-mail: mail@radio.ru

РАДИО

При содействии Союза радиолюбителей России

о связи

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Дорогами героев

Владимир КРЫГАНОВ (UA3ZK), с. Нежеголь Белгородской обл.

Много различных радиоэкспедиций проходит в течение года, но самыми значимыми из них являются экспедиции к местам боев и монументам солдатам, погибшим в годы Великой Отечественной войны. Участники таких экспедиций хранят память о подвигах воинов и не устают объяснять корреспондентам смысл своих экспедиций.



Участники экспедиции (слева направо): Владимир Аштонин (UA3ZNC), Сергей Бардаков (RA3ZGO), Александр Прокопов (RA3ZJ), Роман Марзин, Николай Грибков (RA3ZUO), Владимир Крыганов (UA3ZK), Леонид Задорожный (RN3ZIK) и Михаил Губарев (RA3ZBD) у монумента Герою Советского Союза Елене Константиновне Стемпковской в с. Зимовенька Белгородской области.

Члены радиоклуба "Эфир" г. Шебекино Белгородской области в своем ежегодном радиопоходе рассказывают о славной радистке Елене Стемпковской и стараются, чтобы ее подвиг был известен во всем мире. На протяжении пятнадцати лет в последние выходные дни июня месяца клуб организовывает радиоэкспедицию в село Зимовенька.

Свой подвиг отважная радистка совершила 29 июня 1942 г. В этот день вражеская артиллерия и авиация обрушили на позиции батальона, в котором она служила, лавину огня, в атаку пошли плотные цепи фашистских автоматчиков. Завязалась смертельная схватка. Радистке было приказано передать донесение об обстановке командованию полка и обеспечивать радиосвязь во время отхода войск. Она сделала это, но едва успела принять последнюю ответную радиограмму, как услышала немецкую речь за окном. Фашисты прорвались на командный пункт. Стемпковская разбила рацию, бросила в набежавших фашистов две гранаты, схватила оружие и выскочила на улицу. Трех автоматчиков она расстреляла в упор, но здесь же была схвачена.

Радистку подвергли нечеловеческим пыткам, добиваясь от нее кодовой переговорной таблицы со штабом дивизии. Ее били прикладами, топтали сапогами, рвали волосы, кололи штыками. Ничего не сказала врагам верная дочь Родины. Утром с отрубленными руками гитлеровские садисты вели ее по улице на казнь. Истекая кровью, она шла с гордо поднятой головой...

Позже, в мае 1946 года, за геройский подвиг, проявленный в боях с немецко-фашистскими захватчиками, Елене Константиновне Стемпковской присвоили звание Героя Советского Союза (посмертно).

В этом году в радиоэкспедиции клуба "Эфир" приняли участие Роман Марзин (самый юный участник, ученик 9-го класса), Николай Грибков (RA3ZUO), Михаил Губарев (RA3ZBD), Владимир Аштонин (UA3ZNC), Александр Гончаров (RA3ZZ), Александр Прокопов (RA3ZJ), Леонид Задорожный (RN3ZIK), Нина Кучеренко (RN3ZK) и автор этих строк.

Вечером 24 июня радиоэкспедиция прибыла в с. Зимовенька. Возложив венок к монументу Елене Стемковской и почтив память минутой молчания, участники направились к месту, где должен базироваться лагерь. Эта поляна находится на опушке леса, недалеко от того места, где Елена совершила свой подвиг.

Выгрузив из машин и установив аппаратуру, к 11 часам вечера экспедиция UE3ZES (Ульяна Елена Три Знаменитая Елена Стемпковская) вышла в эфир. Право открытия радиоэкспедиции было предоставлено Роману Марзину. График работы операторов не устанавливали — все работали по желанию, а в желающих недостатка не было. Работа экспедиции стала прекрасной возможностью для многих радиолюбителей мира выполнить условия памятного диплома "Елена Стемпковская".

Работали в основном на диапазонах 160, 80, 40 и 20 метров. На УКВ регулярно проводили связи с белгородскими, курскими, харьковскими, полтавскими, черкасскими и сумскими радиолюбителями. Добрые пожелания, слова благодарности и одобрения поступали почти в каждой радиосвязи.

В общей сложности за время экспедиции было проведено свыше 1500 радиосвязей.

Вот как отзываются об этой радиоэкспедиции ее участники Николай Грибков (RA3ZUO) и Михаил Губарев (RA3ZBD): "Радиосвязи были разные — легкие и трудные, близкие и далекие. Прохождение на диапазонах было не лучшим, но в душе было состояние, которое трудно передать словами, его надо прочувствовать, побывав в подобной экспедиции".

В эфире — поколение NEXT

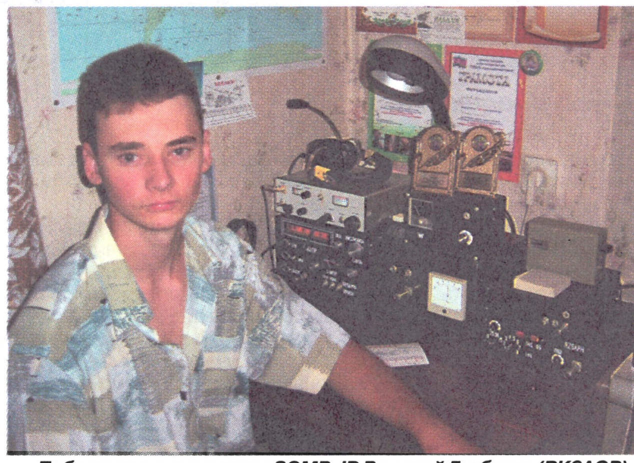
Поддержка молодежного контестинга — это политика журнала "Радио" в области соревнований. Редакция проводит несколько молодежных соревнований по радиосвязи на КВ, одно из которых — Открытые всероссийские соревнования молодежных радиостанций, проходящие ежегодно в первую субботу февраля.

Своей историей эти соревнования уходят в начало 90-х годов прошлого века. Года их первого проведения сейчас уже, наверное, назвать не сможет никто. Одно из первых упоминаний об этих соревнованиях удалось найти в третьем номере "КВ журнала" за 1994 г., где приведены итоги соревнований "Дружба-94" (именно так они тогда назывались). Организаторами теста выступали Орловская областная СЮТ и Союз радиолюбителей Орловской области. Всего в тех соревнованиях приняли участие 124 спортсмена из России, Украины, Белоруссии и Литвы, работавшие с 51 радиостанции.

В "КВ журнале" следующего года можно увидеть итоги соревнований "Дружба-95", в которых число участников достигло 184, а отчетов было прислано уже 77.

Начиная с 1996 г. организатором этих соревнований становится журнал "Радио", и они получают название "Открытые всероссийские соревнования школьников". Из положения изымают взрослые подгруппы. Подтверждением этого служит публикация во втором номере "КВ журнала" за 1996 г., в которой приведены итоги соревнований того года: приняло участие 55 молодежных радиостанций, что несколько больше, чем в "Дружбе-95".

Вот так соревнования развились и стали проходить на призы журнала "Радио" ежегодно. Несмотря на небольшой провал в числе участников последних 3—4 лет, сейчас ситуация несколько улучшается. Возрождаются и появляются новые молодежные радиостанции при школах и домах творчества, некоторые взрослые радиолюбители получают коллективные позывные для работы с детьми на базе собственных домашних радиостанций. Становится больше молодых радионаблюдателей.



Победитель в подгруппе SOMB JR Василий Гербутов (RK6AQP).



Лидер среди наблюдателей Павел Гостев (R3E-42).

Итоги Открытых всероссийских соревнований

В этом году в соревнованиях приняли участие более 170 спортсменов, работавших с 88 радиостанциями. Самое обидное, что от 14 из них (среди которых есть и весьма известные позывные) не пришло отчетов.

Победителем среди молодежных радиостанций с несколькими операторами уже не впервые стала команда коллективной радиостанции ЦТТУ г. Тамбова RX3RXX в составе Олега Борисова, Антона Чернова и Владимира Масленникова.

Отличный результат, "потянувший" на первое место в подгруппе молодежных радиостанций с одним оператором, показал семнадцатилетний Василий Гербутов (RK6AQP) из г. Ейска Краснодарского края.

Особую радость в этом году принесло заметное увеличение числа молодых наблюдателей. На этот раз их одиннадцать (что, кстати, превышает число радиостанций с одним оператором). Лидером в этой подгруппе стал Павел Гостев (R3E-42). История его жизни очень непроста: в раннем возрасте остался на попечении бабушки, а после второго класса был вынужден перейти в школу-интернат деревни Некрасовка Орловской области. Несмотря на это, он стал приходить на занятия в Центр технического творчества, где учится в музыкальном ансамбле и спортивно-техническом объединении "Радиолюбитель" (RK3EXG). На коллективной радиостанции Павел уже 4 года. Он занимал первые места в молодежных соревнованиях в составе команды RK3EXG, призовые места среди наблюдателей в других соревнованиях, выполнил 2-й взрослый разряд по радиосвязи на КВ.

В приведенных ниже итоговых таблицах указаны место, позывной, число засчитанных связей и очков.

SOMB

1	RK6AQP	152	546
2	RZ4CWW	113	439
3	UA0SPL	91	343
4	RV3EDZ	87	321
5	EW6MM	76	210
6	UA0SPO	16	108
7	RK0SXR	11	83
8	RK0SZZ	13	79
9	UA0SPH	12	76
10	RK9XXX	9	67

MOST

1	RX3RXX	232	796
2	UU2JWA	213	739
3	UR4EYN	216	738
4	RK4CYW	200	700
5	RK3ZWF	200	680
6	UN8LWZ	189	667
7	RK3XWD	182	626
8	RK9KWB	171	603
9	RK9WZZ	167	591
10	RK6YYB	153	559
11	RW3WWW	163	559
12	RK3AWK	156	558
13	UR4LWV	154	542
14	UA9UWA	149	537
15	RK1QWX	143	519
16	RK6LXT	145	515
17	RZ9AWA	128	464
18	RZ9UWZ	122	456
19	RK4HYT	116	438
20	UN8LF	116	428
21	UR4HWF	115	415
22	EW6WA	111	413
23	RZ9UZV	111	413
24	RK3YWW	110	400
25	RK9CYA	106	398
26	RK9AXC	100	390
27	RK1QXI	94	372
28	RK1NWG	104	372
29	UX8IXX	93	349
30	RW9UWK	89	347
31	RK3AZZ	82	346
32	RK3XWL	81	333
33	RK3DZH	94	332
34	UN8IRR	81	323
35	UA9UWM	80	320
36	RK3DWE	72	306
37	RZ9OWN	78	304
38	RV6AWW	83	299
39	RZ6LWY	83	299
40	RK3AWR	70	290
41	RZ3DXG	71	283
42	RK9QWN	68	274
43	UR6GWH	77	271
44	RK9XWV	63	269
45	UU4JXW	68	264
46	UU4JYD	69	257
47	RK3VXL	60	250
48	UR4VWN	69	247
49	RK3ZWA	70	240
50	RK9AXX	65	235
51	RK9FXM	52	226
52	RZ4HXA	47	221
53	UR4CWW	42	196

SWL

1	R3E-42	75	203
2	R3E-40	68	182
3	R3W-210	54	156
4	R3W-203	54	154
5	R3E-39	54	138
6	RA6FHO/SWL	46	136
7	R3S-56	38	114
8	R3W-16	32	94
9	R3S-57	26	78
10	R3S-58	19	57
11	R3S-59	18	54

Однополосный гетеродинный приемник с большим динамическим диапазоном

Сергей БЕЛЕНЕЦКИЙ (US5MSQ), г. Луганск, Украина

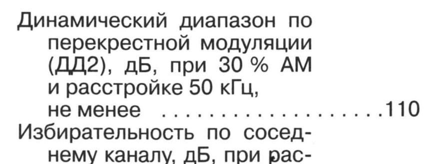
Приемники прямого преобразования (ППП), точнее гетеродинные приемники, стали применяться радиолюбителями сравнительно недавно — с конца 60-х – начала 70-х годов прошлого века. Они очень быстро завоевали широкую популярность благодаря простоте схемы и высокому качеству работы. Особой популярностью пользовались простые (на нескольких транзисторах или одной-двух микросхемах) одно-, двухдиапазонные конструкции двухполосных ППП, доступные для повторения даже начинающим радиолюбителям. Как правило, обладая высокой чувствительностью, эти приемники имели относительно небольшой динамический диапазон по перекрестным помехам — коэффициент подавления АМ за редким исключением не превышал 70...80 дБ. Попытки его увеличить и подавить вторую полосу хотя бы на 30...40 дБ приводили к значительному усложнению конструкции. Ситуация изменилась с появлением современной элементной базы. Ниже дано описание ППП с весьма высокими параметрами, несложного в изготовлении и налаживании.

Современные быстродействующие цифровые микросхемы и высококачественные малошумящие ОУ дали возможность реализовать новый подход в построении однополосных ППП, используя в смесителе цифровые коммутаторы, а в остальной части хорошо отработанные функциональные узлы на ОУ [1, 2]. Такой подход обеспечивает хорошую повторяемость, гарантированно высокие параметры ППП и дает возможность отказаться от таких нетехнологичных элементов, как многовитковые катушки индуктивности, симметрирующие трансформаторы, и практически полностью исключить подстроечные элементы и трудоемкие регулировочные работы, разумеется, за исключением настройки контуров полосовых диапазонных фильтров (ПДФ) и гетеродина с плавной перестройкой по диапазону (ГПД). Плата за это — повышенное число микросхем и необходимость предварительного подбора (если нет соответствующих прецизионных) некоторых резисторов и конденсаторов, что, впрочем, легко выполнить, используя обычный цифровой мультиметр.

Экспериментальный образец однополосного ППП, рассматриваемый в статье, служит иллюстрацией одного из возможных вариантов схемотехнического исполнения приемника на современной элементной базе.

Основные технические характеристики

Диапазоны рабочих частот, МГц 1,8, 3,5, 7
Полоса пропускания приемного тракта (по уровню –6 дБ), Гц ....400...2900
Чувствительность приемного тракта со входа смесителя, мкВ, при полосе пропускания 2,5 кГц, отношении сигнал/шум 10 дБ, не хуже 0,7



Динамический диапазон по перекрестной модуляции (ДД2), дБ, при 30 % АМ и расстройке 50 кГц, не менее 110
Избирательность по соседнему каналу, дБ, при расстройке от частоты несущей на –5,9 кГц и +3,7 кГц, не менее 60
Подавление верхней боковой полосы, дБ, не менее 51
Коэффициент прямоугольности сквозной АЧХ по уровням 6/60 дБ 2,2
Диапазон регулировки АРУ, дБ, при изменении выходного напряжения на 12 дБ, не менее 72
Выходная мощность тракта НЧ на нагрузке 8 Ом, Вт, не менее 0,8
Ток, потребляемый от внешнего стабилизированного источника питания с напряжением 13,8 В, А, не более 0,4

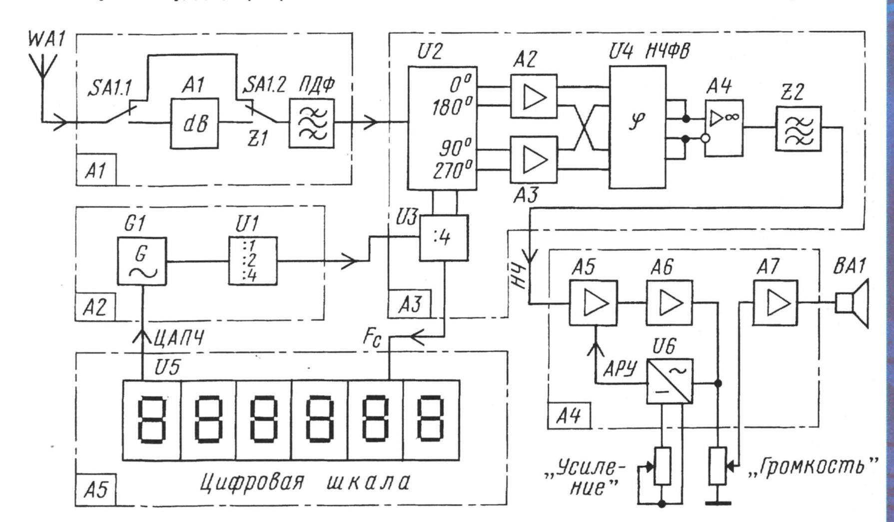


Рис. 1

Указанные цифры чувствительности и динамического диапазона ограничены возможностями аппаратуры, примененной для измерений, и реально могут быть выше.

Структурная схема приемника показана на **рис. 1**. Он состоит из пяти конструктивно законченных узлов. Узел A1 содержит аттенюатор –20 дБ, полезный при работе на полноразмерную антенну, и трехдиапазонный полосовой фильтр Z1, которым может быть любая из известных конструкций 50-омных двух- трехконтурных ПДФ, неоднократно описанных в радиолюбительской литературе. Для начала допустимо взять даже одноконтурный, поскольку использованный смеситель обладает некоторой избирательностью к паразитным каналам на гармониках (подавление — около 30 дБ) и субгармониках (подавление — около 40 дБ). Автор с успехом использовал простой узкополосный преселектор [3].

Узел A2 представляет собой гетеродин на основе одного не переключаемого генератора G1 на частоты 28...32 МГц с электронной перестройкой многооборотным резистором и делителя частоты U1 с переключаемым коэффициентом деления 1, 2, 4. Необходимую стабильность посредством ЦАПЧ и цифровой отсчет частоты обеспечивает узел A5, выполненный на основе готовой цифровой шкалы "Макеевская" [4]. Как вариант, для самостоятельного изготовления можно рекомендовать хорошо зарекомендовавшую себя разработку А. Денисова [5].

Основную обработку сигнала — его преобразование, подавление верхней боковой полосы и фильтрацию — выполняет узел A3. Для получения хорошей избирательности применен принцип последовательной селекции, когда, кроме основного активного полосового фильтра, фактически каждый усилительный каскад ограничивает полосу пропускания диапазоном 300...3000 Гц.

Дифференциальные усилители НЧ обеспечивают хорошую помехоустойчивость к синфазным помехам, в том числе и наводкам от электросети.

Для подавления верхней боковой полосы использован фазовый метод, подробно описанный в [6] и основанный на применении шестизвенного НЧ фазовращателя в четырехфазной системе сигналов, позволяющий относительно простыми средствами, несмотря на повышенное число элементов, получить хорошее подавление и высокую температурную и временную стабильность параметров. Для получения четырехфазной системы сигналов применен цифровой ВЧ фазовращатель U3.

Смеситель U2 выполнен на недорогом и доступном восьмиканальном коммутаторе 74НС4051 со средним временем переключения 20...22 нс. Побудительной причиной такого выбора послужили феноменальные значения ДД, полученных радиолюбителями при испытании в качестве смесителей микросхем 74НС4066, 74НС4053 этой же серии [7, 8]. Эксперименты подтвердили высокие динамические параметры смесителя на 74НС4051. Потенциальный ДД2 (уровень подавления АМ, а именно он и определяет ДД гетеродинного приемника) для 74НС4051 на частотах до 7...8 МГц сверху ограничен уровнями АМ помехи (300...400 мВ), а снизу — собственными шумами (менее 0,05 мкВ).

В этом экспериментальном приемнике уровень ДД2 110 дБ ограничен не смесителем, а предварительным УНЧ А2, А3, сверху — за счет прямого детектирования АМ помех в нем, а снизу — его шумами. ДД2 может быть улучшен еще на 10...20 дБ установкой дополнительных ФНЧ после смесителя и применением менее шумящих ОУ, например, LT1028 с 1 нВ/Гц (использованный недорогой и доступный сдвоенный малошумящий ОУ NE5532 имеет спектральную плотность шума около 5 нВ/Гц).

Применение в смесителе восьмиканального коммутатора (использована только его половина — четыре канала) 74НС4051 позволило упростить узел, поскольку часть функций фазовращателя выполняет внутренняя логика управления коммутатора, на адресные входы которой поступают сигналы управления с делителя на 4. При этом частота гетеродина должна быть в четыре раза выше рабочей частоты. В результате на выходе смесителя образуется четырехфазная система сигналов, которые через предварительные усилители А2 и А3 поступают на НЧ фазовращатель U4. После него сигналы нижней боковой полосы, получившие нулевой фазовый сдвиг, складываются на сумматоре А4, а сигналы зеркальной верхней полосы, получившие фазовый сдвиг 180°, вычитаются и подавляются. К выходу сумматора подключен основной активный полосовой фильтр Z2, представляющий собой последовательно включенные ФВЧ третьего и ФНЧ шестого порядков.

Отфильтрованный полезный сигнал поступает на узел А4, состоящий из управляемого напряжением усилителя А5, промежуточного усилителя А6, оконечного УНЧ А7, к выходу которого подключен громкоговоритель ВА1, детектора АРУ U6 и регуляторов усиления и громкости.

Принципиальная схема узла А3 — основного блока приема и обработки сигнала — приведена на **рис. 2**. Сигнал с выхода ПДФ через согласующий трансформатор Т1 и цепь C3R5 поступает на четырехфазный смеситель DD1, выполненный на основе восьмиканального коммутатора 74НС4051. Для увеличения быстродействия коммутатор питается повышенным напряжением +8 В от стабилизатора DA5. Опыт показывает, что микросхемы серий 74НС, 74АС надежно работают при увеличении напряжения питания даже до 10 В.

Резистор R5 улучшает балансировку и выравнивает сопротивления открытых ключей (около 50 Ом при технологическом разбросе ±10 %). На вход коммутатора через резистор R6 подано напряжение смещения с делителя R3R4, равное +4,5 В, что чуть выше половины напряжения питания. Это обеспечивает работу смесителя на максимально линейном участке характеристики. Сигналы управления (гетеродинные) на коммутатор поступают с синхронного счетчика-делителя на 4, выполненного на D-триггерах микросхемы DD2. Они имеют форму меандра с 90-градусным фазовым сдвигом. Окончательно их формирует внутренняя схема управления самого коммутатора так, что четыре ключа открываются поочередно. Для наглядности на рис. 2 напротив соответствующих выводов микросхемы DD1 указаны фазы выходного сигнала.

К выходу каждого из четырех каналов подключены конденсаторы нагрузки, эффективно выделяющие полезный сигнал и подавляющие побочные продукты преобразования. Этот четырехфазный смеситель подобен фильтру на переключаемых конденсаторах. За рубежом это устройство описал и запатентовал D.Tayloe, N7VE [9]. Рассчитать полосу пропускания смесителя по уровню –3 дБ можно по формуле

$$F = 1/(\pi n R_и C_н),$$

где n = 4 — число ключей; $R_и$ — сумма сопротивлений антенной цепи (50 Ом, трансформированное Т1 в 9 раз, т. е. 450 Ом), открытого ключа (около 50 Ом) и резистора R5; $C_н$ — сумма емкостей конденсаторов С8, С9 или С11, С12 и т. д.

В нашем случае расчетное значение частоты среза равно 3400 Гц. С одной стороны, это обеспечивает хорошее подавление внеполосных помех, с другой — вносит заметный дополнительный фазовый сдвиг в полезный сигнал, поэтому соответствующие конденсаторы во всех четырех каналах должны быть термостабильны и подобраны по емкости с точностью не хуже 0,5 % (здесь и далее подразумевается точность подбора элементов четырех каналов между собой, абсолютное значение может иметь разброс до 5 %). Этим требованиям удовлетворяют низкочастотные конденсаторы серий МБМ, К71, К73 и т. п., а для эффективной фильтрации ВЧ сигналов параллельно им подключены керамические конденсаторы относительно небольшой емкости (возможные значения 1000...4700 пФ) с ТКЕ не хуже М1500.

К нагрузочным конденсаторам смесителя через разделительные конденсаторы С10, С13, С16 и С19 большой емкости, которые обязательно должны быть неоксидными, подключены предварительные усилители DA1, DA2. На первый взгляд, применение разделительных конденсаторов после смесителя излишне, так как в идеально работающем смесителе напряжение на нагрузочных конденсаторах одинаково, но на практике из-за некоторой несимметричности каналов появляется небольшое шумовое напряжение, увеличивающее при непосредственном подключении предварительных усилителей общие шумы в 2...3 раза.

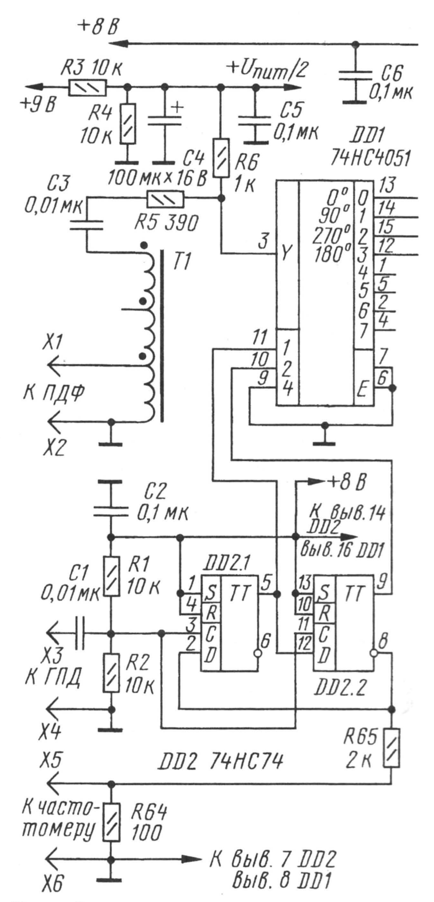


Рис. 2

ОУ DA1, DA2, включенные по схеме дифференциального измерительного усилителя [1, 2], дополнительно улучшают симметрию сигналов и подавляют синфазные помехи (продукты детектирования АМ, наводки с частотой сети и пр.) пропорционально $K_{ус}$ = 1 + 2(R12/R11), в данном случае в 13 раз. Такое предварительное усиление оптимально, на взгляд автора, для того, чтобы скомпенсировать потери в НЧ фазовращателе. Резисторы в цепях обратной связи R11—R16 необходимо подобрать с точностью не хуже 0,5 %.

К выходам дифференциального предварительного усилителя подключен четырехфазный шестизвенный RC-фазовращатель на элементах R17—R40 и С21—С44 [6]. Такой фазовращатель, несмотря на повышенное число элементов, прост по конструкции. Благодаря взаимной компенсации фазовых

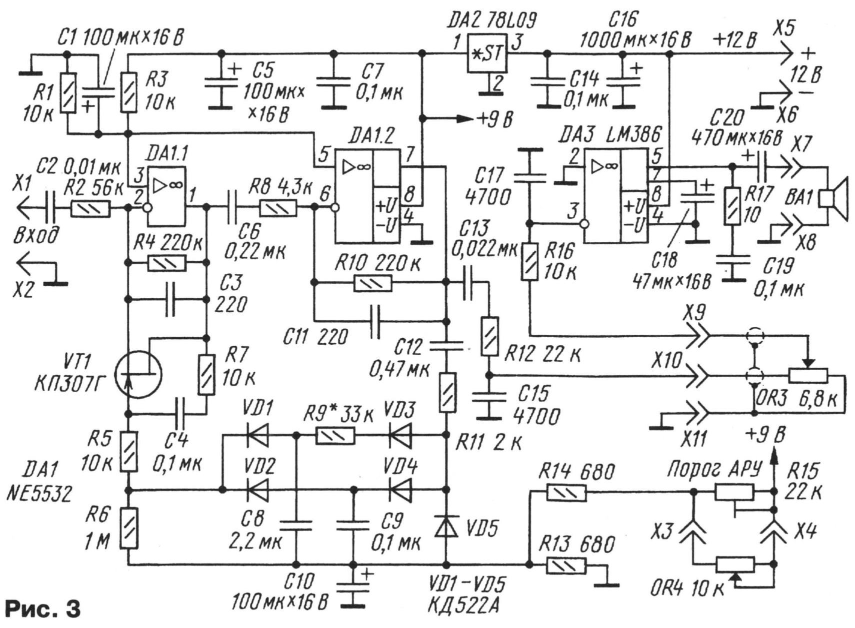


Рис. 3

и амплитудных дисбалансов отдельных цепочек в нем можно использовать элементы с допуском ±5 % (разумеется, точность подбора четверок элементов должна быть не хуже 0,5 %) при сохранении высокой точности фазового сдвига. При указанных на схеме номиналах элементов расчетное подавление зеркальной боковой полосы в диапазоне частот 300...3300 Гц достигает 60 дБ, но практически, из-за разброса значений элементов и конечного сопротивления сумматора, подавление получилось 51...53 дБ.

Далее четырехфазный сигнал поступает на входы сумматора DA3.1, собранного на дифференциальном усилителе с входным сопротивлением 330 кОм и коэффициентом усиления 10, где благодаря полученным фазовым сдвигам сигналы нижней боковой полосы складываются и усиливаются, а верхней — вычитаются и подавляются. К выходу сумматора подключен активный основной фильтр частоты сигнала, выполненный на трех последовательно включенных звеньях 3-го порядка — одном ФВЧ с частотой среза 350 Гц на ОУ DA3.2 и двух ФНЧ с частотой среза 3000 Гц — на ОУ DA4.1 и DA4.2.

Для улучшения развязки и снижения помех по цепи питания каскады сумматора и фильтров питаются от отдельного интегрального стабилизатора DA6. Делитель напряжения питания R52R57 создает напряжение смещения для ОУ DA3.2 и DA4 при однополярном питании.

Отфильтрованный сигнал с выхода X9 узла A3 поступает на вход X1 узла A4, схема которого приведена на **рис. 3**. Первым включен регулируемый усилительный каскад на ОУ DA1.1. Его усиление определяется отношением общего сопротивления параллельно включенных в цепи ООС резистора R4 и сопротивления канала полевого транзистора VT1 КП307Г (здесь подойдут любые транзисторы из серий КП302, КП303, КП307, имеющие напряжение отсечки не более 3,5 В при максимально большом начальном токе стока) к сопротивлению резистора R2. При изменении напряжения смещения на затворе VT1 от 0 до +4 В $K_{ус}$ изменяется от 3 до 0,0005, т. е. от +10 до −66 дБ, что обеспечивает

эффективную автоматическую (АРУ) и ручную (РРУ) регулировку общего усиления приемника. Цепь R5R7C4 подает на затвор транзистора VT1 половину напряжения сигнала, что улучшает линейность регулировочной характеристики [1], в результате чего даже при входном сигнале 2 $В_{эфф}$ (максимально возможный сигнал на выходе основного полосового фильтра) уровень нелинейных искажений не превышает 1 %.

Сигнал с выхода ОУ DA1.2, усиливающего в 50 раз для нормальной работы АРУ, поступает через пассивный полосовой фильтр C13R12C15, снижающий избыток усиления в 4 раза, на регулятор громкости 0R3 (он установлен вне узла А4) и далее через однозвенный ФНЧ R16C17 на вход оконечного УНЧ DA3 с $К_{ус}$=20. Для улучшения развязки и снижения помех входные каскады питаются через отдельный интегральный стабилизатор DA2. Делитель напряжения R1R3 создает напряжение смещения для ОУ DA1.

Сигнал с выхода DA1.2 через цепочку C12R11 поступает на детектор АРУ, выполненный на диодах VD1—VD5 и имеющий две цепи управления — инерционную с конденсатором C8 и быстродействующую с конденсатором C9, позволяющую улучшить работу АРУ в условиях импульсных помех. Общая точка соединения элементов детектора АРУ подключена к делителю R13R14R150R4, создающему начальное напряжение смещения полевого транзистора. Подстроечным резистором R15 его устанавливают оптимальным для конкретного экземпляра транзистора и при необходимости корректируют общее усиление приемника. Резистором 0R4 (он вне узла А4) оперативно регулируют общее усиление при прослушивании эфира. В какой-то мере эта регулировка эквивалентна изменению усиления по ВЧ или ПЧ в супергетеродинах.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Титце У., Шенк К.** Полупроводниковая схемотехника. — М.: Мир, 1982.
2. **Хоровиц П., Хилл У.** Искусство схемотехники, т. 1. — М.: Мир, 1983.
3. **Беленецкий С.** Простой преселектор для многодиапазонного приемника. — Радио, 2005, № 9, с. 70—73.
4. **Абрамов В., Тележников С.** Коротковолновый трансивер "Дружба-М". — <**http://www.cqham.ru/druzba-m.htm**>.
5. **Денисов А.** Цифровая шкала-частотомер с ЖК индикатором и автоподстройкой частоты. — <**http://ra3rbe.qrz.ru/scalafc.htm**>.
6. **Поляков В.** Радиолюбителям о технике прямого преобразования. — М.: Патриот, 1990.
7. **Green R.** "Bollet-proof" rf mixer. — "Electronics Word + Wireless Word", 1999, № 1, p. 59.
8. **Брагин Г.** "Идеальный" смеситель для приемника прямого преобразования. — <**http://www.cqham.ru/trx41_01.htm**>.
9. **Tayloe D.** (N7VE). Letters to the Editor, Notes on "ideal" Commutating Mixers (Nov./Dec. 1999). — QEX, 2001, March/April, p. 61.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

(Окончание следует)

КПЕ для усилителя мощности

Владимир ВОРОНИН (UA6EAU), г. Черкесск

При изготовлении лампового усилителя мощности для любительской радиостанции, особенно если это радиостанция первой категории, одной из основных трудностей является приобретение КПЕ с большим зазором между пластинами ротора и статора. Промышленностью такие конденсаторы, если и выпускались, то в ограниченных количествах, и в розничную продажу они не поступали. Оставался один путь — использовать конденсатор от списанной передающей аппаратуры, которой тоже крайне мало, а желающих получить такой конденсатор гораздо больше.

Автор статьи предлагает технологию самостоятельного изготовления конденсатора, позволяющую получить его параметры такими, какие требуются для конкретного усилителя мощности.

На Черкесской городской станции юных техников, где автор на протяжении 30 лет руководит радиокружками, по описанному ниже способу было изготовлено шесть таких конденсаторов. Процесс изготовления КПЕ довольно трудоемкий, но не сложный. Необходимую точность изготовления обеспечила специальная технология с применением простейших станков, которыми оборудованы большинство школ и СЮТ, — токарного и фрезерного. Можно обойтись даже одним токарным станком, правда, в этом случае резко возрастет доля ручной слесарной работы.

Начинать работу следует с определения основных параметров конденсатора: зазора между пластинами ротора и статора, допустимых габаритов и его максимальной емкости.

Зададим минимально возможный зазор между пластинами 2 мм, так как оконечный каскад питается напряжением 2000 В, а расстояние между пластинами переменного конденсатора, согласно [1], должно быть 0,7...1 мм на каждую тысячу вольт.

Габариты конденсатора определяет наличие свободного пространства в усилителе, но следует учесть, что конденсатор с одинаковыми параметрами можно изготовить с пластинами большой площади, тогда длина его будет меньше, или увеличить (в разумных пределах) его длину и уменьшить площадь пластин. Длину оси ротора конденсатора выбираем 180 мм. Детали большей длины с посадочными местами под подшипники и токосъемники обработать с необходимой точностью на указанных выше станках без применения люнетов* затруднительно. На установку подшипников, токосъемников и ручки управления отведем 60 мм. Для пакета пластин ротора остается 120 мм (размеры ориентировочные).

Все пластины конденсатора вырезаем из одного и того же листа материала, например, алюминиевого сплава Д16Т толщиной 0,7 мм. Это обеспечит точность зазора между пластинами ротора и статора.

Поскольку зазор между пластинами конденсатора выбран 2 мм, то расстояние между пластинами статора должно быть в два раза больше плюс толщина материала пластины. В нашем случае — 4,7 мм. Естественно, что между пластинами ротора должно быть точно такое же расстояние.

Приспособление на металлорежущих станках, служащее дополнительной опорой при обработке длинных деталей.

Чтобы определить число пластин ротора, следует разделить длину пакета ротора на расстояние между пластинами плюс толщина пластины: 120/(4,7+0,7)≈22. Число статорных пластин на одну больше — 23.

Традиционный способ сборки пластин статора на двух шпильках с прокладкой между пластинами калиброванных шайб (**рис. 1**) обеспечит зазоры между пластинами с достаточной точностью. Внешний диаметр калиброванных шайб — 9 мм.

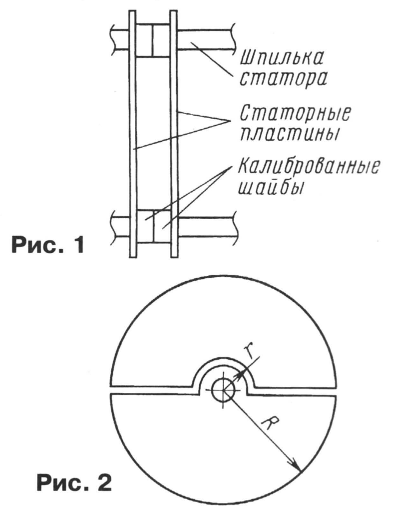


Рис. 1

Рис. 2

Для расчета максимальной емкости КПЕ воспользуемся формулой из [2], которая для прямоемкостного конденсатора с углом поворота 180° (**рис. 2**) имеет вид:

$C_v = 0,14(R^2 - r^2)(n-1)/d$,

где C_v — емкость конденсатора, пФ; R — радиус роторной пластины, см; r — радиус выреза в статорной пластине, см (он равен радиусу калиброванной шайбы плюс расстояние между пластинами плюс 0,5 мм, в нашем случае r будет равен 4,5+2,5=7 мм); n — число пластин в конденсаторе; d — расстояние между пластинами конденсатора, см.

Подставляя в эту формулу различные значения R, вычислим, при каком его значении получится нужная емкость. Так как придется сделать несколько подсчетов при разных радиусах, удобнее воспользоваться компьютером и программой, написанной на Бейсике:

```
10 CLS
20 INPUT"Радиус роторной пластины в см. R="; R
30 PRINT
40 INPUT"Радиус выреза в статорной пластине в см. r =";R1
50 PRINT
60 INPUT"Расстояние между пластинами в см. d = "; D
70 PRINT
80 INPUT "Число пластин n = "; N
90 PRINT:PRINT
100 C = 0.14* ((R^2 – R1^2)* (N–1))/ D
110 PRINT "Максимальная емкость переменного конденсатора C =";C;"пФ"
120 PRINT:PRINT
130 INPUT" Продолжить — 1; Закончить — 2"; A
140 IF A = 1 THEN 20
150 END
```

После введения наших данных (R = 3 см; r = 0,7 см; d = 0,2 см; n = 45) максимальная емкость конденсатора получилась 262 пФ. Ее не хватает только для диапазона 1,8 МГц. Если увеличить R до 4 см, емкость конденсатора будет 477 пФ, что вполне достаточно. Однако размеры конденсатора увеличатся, что не предусмотрено имеющимся свободным объемом.

Для изготовления деталей конденсатора, статорных и роторных пластин, для сверления в них отверстий требуется сделать кондуктор. Он состоит из двух одинаковых деталей (**рис. 3**): одной — стальной, другой — из сплава Д16Т (обе толщиной 4 мм). Разметку деталей следует делать острой чертилкой, стремясь к максимальной точности. Накернить, при необходимости используя лупу. Сверлить отверстия необходимо одновременно в обеих деталях, зажав пакет ручными тисками (струбциной).

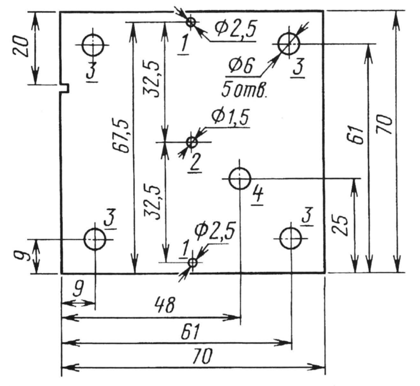


Рис. 3

Первоначально сверлим установочные отверстия 1 диаметром 2,5 мм, затем через эти отверстия стягиваем пакет двумя винтами М2,5 с гайками. Винты (**рис. 4**) вытачиваем на токарном станке, причем та их часть, где нет резьбы, должна иметь диаметр, позволяющий винтам легко, но без люфта, входить в отверстия 1. Затем сверлим остальные отверстия.

Отверстие 2 в центре пластин кондуктора необходимо для центрирования пакета в патроне токарного станка. Отверстия 3 и 4 нужно просверлить как можно точнее. Сначала сверлом диаметром 1...1,5 мм по месту кернения сделать заход на глубину 2 мм, затем отверстия сверлить насквозь сверлами с постепенно увеличивающимся диаметром (например, 2,5; 4; 6 мм). Кроме отверстий, в кондукторе следует сделать боковой пропил на глубину 2...3 мм для ориентировки пластин при сборке статора.

С помощью кондуктора заготавливаем технологические пластины размерами 70×70 мм, по две штуки для статора и ротора. Материал — сплав Д16Т или стеклотекстолит толщиной 2,5—3 мм. Для изготовления технологических пластин для статора нужно выточить два винта (рис. 4), но длину нерезьбовой части увеличить на толщину технологической пластины. Совместив стальную пластину кондуктора (см. рис. 3) и технологическую пластину, пакет зажать ручными тисками и сверлить по кондуктору установочные отверстия 1. Снизу наложить вторую пластину кондуктора, совместив ориентировочные пропилы, и стянуть пакет через отверстия 1 заготовленными винтами. Просверлить остальные отверстия, кроме отверстия 4, за один проход, используя сверла конечного диаметра (кондуктор обеспечит необходимую точность). Сделать ориентировочный боковой пропил. Аналогично изготовить вторую технологическую пластину статора.

Технологические пластины ротора изготовить таким же способом, но только с отверстиями 1, 2, 4.

Заготовки для роторных и статорных пластин имеют размеры, равные размерам кондуктора с допуском ±1 мм. Их следует вырезать с помощью резака, так как ножницы по металлу деформируют материал. Число заготовок, согласно расчету, плюс 2—4 штуки. Используя стальную пластину кондуктора и ручные тиски (струбцину), во всех заготовках просверлить отверстия 1. После этого из заготовок собрать пакеты толщиной до 3 мм. Сверху и снизу пакета установить пластины кондуктора, совместив их ориентировочные пропилы. Пакет стянуть через отверстия 1 изготовленными ранее винтами. Через стальную пластину кондуктора просверлить за один проход отверстия: в пластинах статора — все, кроме 2 и 4 (см. рис. 3); в пластинах ротора — только отверстие 4. Сделать ориентировочный пропил.

Рис. 4

Острым ножом или сверлом большого диаметра (вручную) убрать заусенцы вокруг отверстий. Заусенцы по краям пластин убрать напильником. Следить за тем, чтобы случайно не погнуть пластины во время работы.

Для изготовления статорных пластин собрать пакет из нужного числа заготовок и двух технологических пластин, которые установить по краям набора. Все ориентировочные пропилы совместить. Пакет туго стянуть четырьмя винтами (**рис. 5**). Длина нерезьбовой части винтов должна быть равна толщине набора, а ее диаметр должен быть таким, чтобы без заметного люфта входить в просверленные отверстия в пластинах. Так как все отверстия сверлили с помощью кондуктора и ориентация пластин сохранена, пакет собирается без проблем с первого раза.

Пакет установить и отцентровать в патроне токарного станка. Допустимое биение — 0,2 мм. Биений в плоскости пластин также не должно быть заметно. Просверлить в центре пакета отверстие диаметром 8...9 мм и довести его диаметр до 2r расточным резцом (см. рис. 2).

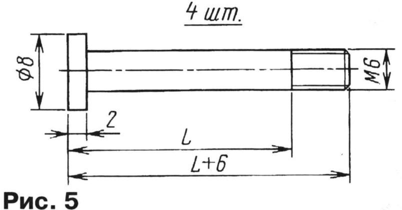


Рис. 5

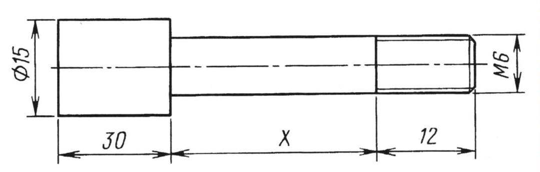


Рис. 6

Симметрично обрезать края пакета на фрезерном станке до размеров 60×60 мм, и дисковой фрезой толщиной 2 мм точно через центр разрезать пакет по длине пополам. На обрезанном пакете сделать ориентировочный пропил. Убрать стягивающие винты и снять заусенцы по периметру пластин, чтобы в дальнейшем избежать электрического пробоя. Вторая половина пакета может пригодиться для изготовления другого конденсатора. Ориентировочные пропилы на второй половине необходимо сместить к центру, чтобы при сборке не путать пластины из разных половин. Можно обрезать пакет с определенным запасом ножовкой по металлу, а доводку до нужного размера сделать напильником.

Заготовки роторных пластин собрать в пакет аналогично статорному. Стягивающий винт в этом случае только один, пропущенный через отверстие 4. Пластины выровнять по ориентировочному пропилу. Пакет установить в патроне токарного станка и отцентровать. В центре пакета просверлить осевое отверстие диаметром 6 мм. Проследить, чтобы при заходе сверло "не било".

Выточить стальной винт (**рис. 6**), на котором будет обрабатываться пакет. При изготовлении винта и обработке пакета использовать центр задней бабки станка. Не вынимая из патрона изготовленный винт, надеть на него пакет и туго притянуть его двумя гайками. Обработать пакет до диаметра 60 мм и снять его вместе с центральным винтом. Стягивающий винт удалить.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бунин С.Г., Яйленко Л. П.** Справочник радиолюбителя—коротковолновика. — Киев: Техника, 1978.

2. **Фролов Л. Р**. Радиодетали и узлы. — М.: Высшая школа, 1975.

Редактор — С. Некрасов, графика — Ю. Андреев

(Окончание следует)

Программа определения токов в элементах антенной решетки по заданной диаграмме направленности

А. ХАБАРОВ, г. Ковров Владимирской обл.

Вопросы синтеза антенн по заданным параметрам с помощью компьютерных программ практически не рассмотрены в радиолюбительской литературе. Тем интереснее предлагаемая автором программа, позволяющая синтезировать необходимую диаграмму направленности (ДН) антенной решетки, составленной из нескольких антенн. Программа выложена на нашем FTP-сервере по адресу: ftp://ftp.radio.ru/pub/2005/10/sintez.exe.

Распространенная радиолюбительская программа для расчета антенн MMANA [1] позволяет по введенной конфигурации антенны рассчитать ее диаграмму направленности (ДН) и другие параметры. На практике, однако, встречаются случаи, когда было бы удобнее по заданной ДН определить конфигурацию антенны. Такая задача называется задачей синтеза антенны, она более сложна, чем расчет параметров антенны по заданной геометрии и токам, и ее решение может быть неоднозначным — одинаковые ДН могут соответствовать антеннам с различной геометрией и токами.

В технике тем не менее применяются методы, позволяющие синтезировать антенны по заданной ДН, причем не только для расчета конструкции, но и определения токов, изменяемых в режиме реального времени, — такие антенны называются адаптивными [2]. Они позволяют, например, перемещать максимум ДН, отслеживая движение источника сигнала, или направлять нуль ДН в сторону источника помех при их появлении.

Один из методов, применяющихся для адаптации антенных решеток, был использован в программе SINTEZ для определения токов элементов решетки с известной геометрией по заданным требованиям к ДН. В программе моделируется процесс адаптации — предварительно задаются направления прихода помех и полезных сигналов, геометрия решетки, а затем токи элементов подстраиваются так, чтобы получить нули ДН в направлении помех и максимумы в направлении полезных сигналов. Программа позволяет формировать нули и максимумы ДН в заданных направлениях, насколько это позволяет геометрия решетки.

Метод адаптации, примененный в программе, использует так называемое "сравнение с эталоном". Токи антенн, составляющих решетку, при этом подстраиваются следующим образом: в определенные моменты времени передатчик передает заранее оговоренную последовательность сигналов, описание которой есть в приемнике. В приемнике имеется блок сравнения, который сличает сигнал на выходе решетки с "эталонным", заранее оговоренным сигналом, передаваемым в этот момент передатчиком, вычисляет разницу и подстраивает токи элементов решетки по формулам [3]:

$$\Delta \mathrm{Re}\, I_n = -d_1 \cdot \sum_{t=1}^{T} \left(1 - \frac{d_2 \cdot |S_{эт}|}{|S_t|}\right) \cdot (\mathrm{Re}\, e_{nt} \cdot \mathrm{Re}\, S_t + \mathrm{Im}\, e_{nt} \cdot \mathrm{Im}\, S_t);$$

$$\Delta \mathrm{Im}\, I_n = -d_1 \cdot \sum_{t=1}^{T} \left(1 - \frac{d_2 \cdot |S_{эт}|}{|S_t|}\right) \cdot (\mathrm{Re}\, e_{nt} \cdot \mathrm{Im}\, S_t - \mathrm{Im}\, e_{nt} \cdot \mathrm{Re}\, S_t),$$

где I_n — ток n-го элемента решетки; $S_{эт}$ — эталонный сигнал в момент отсчета времени t; S_t — сигнал на выходе решетки в момент отсчета времени t; e_{nt} — сигнал на выходе n-го элемента решетки в момент отсчета времени t; T — число временных отсчетов; t — номер отсчета времени; d_1, d_2 — постоянные коэффициенты.

Коэффициент $d_1 \approx 1/N^2$, где N — число элементов; T = 10N; коэффициент d_2 задается исходя из приблизительной оценки уровня сигнала передатчика в месте приема.

Переход от действительных и мнимых частей сигналов к их амплитудам и фазам, и наоборот, осуществляется по формулам:

$$\mathrm{Re}\, A = |A| \cos(\arg(A));$$

$$\mathrm{Im}\, A = |A| \sin(\arg(A));$$

$$|A| = \sqrt{(\mathrm{Re}\, A)^2 + (\mathrm{Im}\, A)^2};$$

$$\arg(A) = \mathrm{arctg}\left(\frac{\mathrm{Im}\, A}{\mathrm{Re}\, A}\right),$$

где |A| — амплитуда сигнала A; arg(A) — его фаза; ReA — действительная часть; I_{mA} — мнимая часть.

Эталонные сигналы должны задаваться в тех же величинах, что и подстраиваемые, т. е. если подстраиваются токи элементов решетки, в качестве эталонных и измеряемых используются также токи, если же подстраиваются напряжения возбуждения элементов решетки, то и задаваться и измеряться должны напряжения.

Исключение представляет случай, когда входные сопротивления всех элементов решетки одинаковы. В этом случае задаваться и измеряться могут одни величины, а подстраиваться другие, нужная ДН все равно будет формироваться.

Решетка из M элементов может сформировать ДН с нулями в любых заданных M–1 направлениях и с ненулевым, максимально возможным при заданной геометрии и расположении нулей ДН решетки значением в одном из направлений.

Таким образом, с помощью антенной решетки, состоящей из M элементов, можно осуществлять одновременную независимую связь на одной и той же частоте по M пространственно разнесенным каналам.

Порядок работы с программой следующий: при запуске программы загружается файл config.txt, находящийся в одной директории с программой и содержащий информацию о геометрии решетки и отсчетах ДН. В случае отсутствия файла config.txt в главной директории или его неправильного формата при запуске программы загружается пример синтеза пятиэлементной решетки, ДН с одним главным максимумом и одним минимумом.

Далее в диалоговом режиме можно отредактировать загруженные из файла значения. Координаты задаются в долях длины волны, отсчеты — в процентах. При задании отсчетов ДН следует ориентироваться на известные соотношения между шириной главного лепестка ДН и размерами антенны, учитывать появление побочных главных максимумов при превышении расстояния между элементами решетки длины волны и другие зависимости ДН решеток от расположения элементов, иначе заданные параметры ДН в некоторых

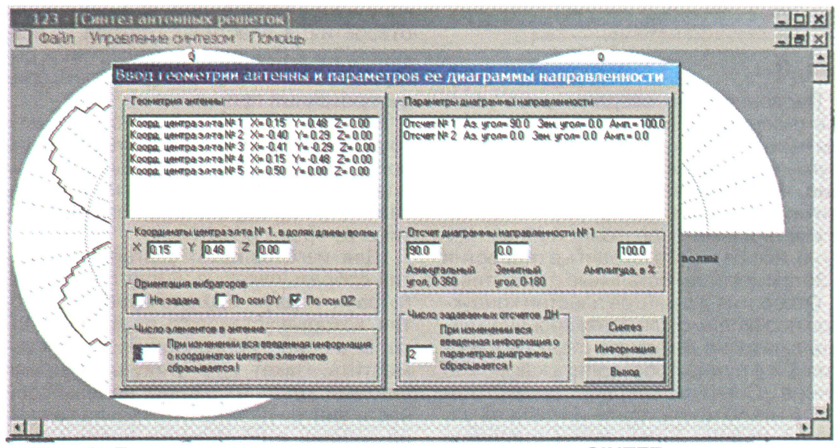


Рис. 1. Диалог ввода входных данных программы SINTEZ

случаях могут не реализоваться. Если требуется получить минимальное значение ДН на каком-либо направлении, необходимо задать на этом направлении отсчет с нулевой амплитудой.

После ввода и редактирования параметров запускается синтез — программа ищет амплитуды и фазы токов элементов решетки по заданным значениям ДН. Текущая ДН решетки и токи элементов отображаются на экране. При достижении заданных параметров токи элементов и ДН можно сохранить в файле config.txt.

Пример синтеза пятиэлементной решетки и ее последующий анализ в программе MMANA приведен на скриншотах **рис. 1—5**. В решетке, которая моделируется в программе, использованы четвертьволновые вибраторы. Но программу можно применять и для расчета решеток из разнотипных антенн. В этом случае полученные в программе амплитуды токов элементов должны быть пересчитаны с учетом их волновых сопротивлений. Фазы токов сохраняются.

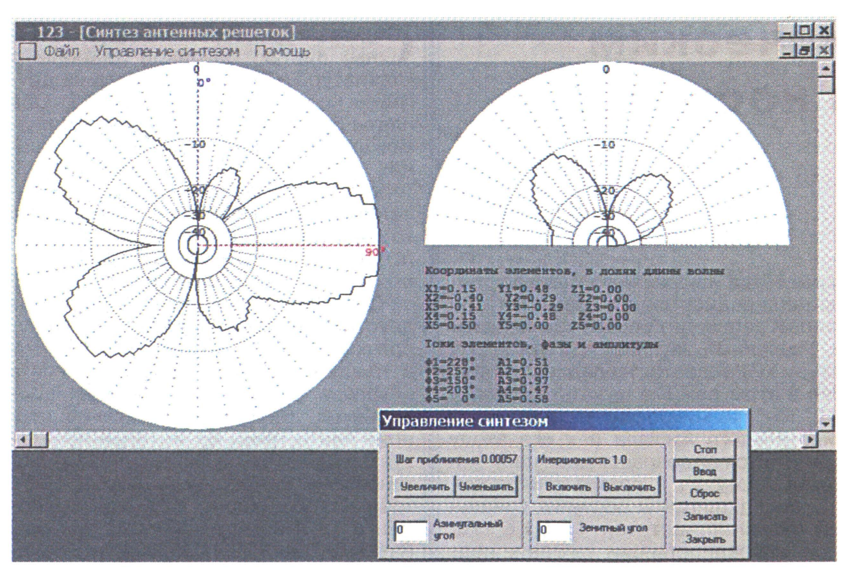
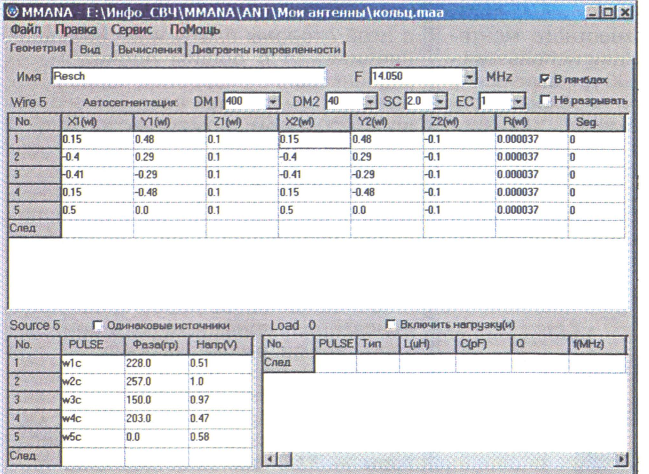


Рис. 2. Окно синтеза программы SINTEZ



No.	X1(wl)	Y1(wl)	Z1(wl)	X2(wl)	Y2(wl)	Z2(wl)	R(wl)	Seg.
1	0.15	0.48	0.1	0.15	0.48	-0.1	0.000037	0
2	-0.4	0.29	0.1	-0.4	0.29	-0.1	0.000037	0
3	-0.41	-0.29	0.1	-0.41	-0.29	-0.1	0.000037	0
4	0.15	-0.48	0.1	0.15	-0.48	-0.1	0.000037	0
5	0.5	0.0	0.1	0.5	0.0	-0.1	0.000037	0
След								

No.	PULSE	Фаза(гр)	Напр(V)
1	w1c	228.0	0.51
2	w2c	257.0	1.0
3	w3c	150.0	0.97
4	w4c	203.0	0.47
5	w5c	0.0	0.58
След			

No.	PULSE	Тип	L(uH)	C(pF)	Q	f(MHz)
След						

Рис. 3. Диалог ввода синтезированной решетки в программу MMANA

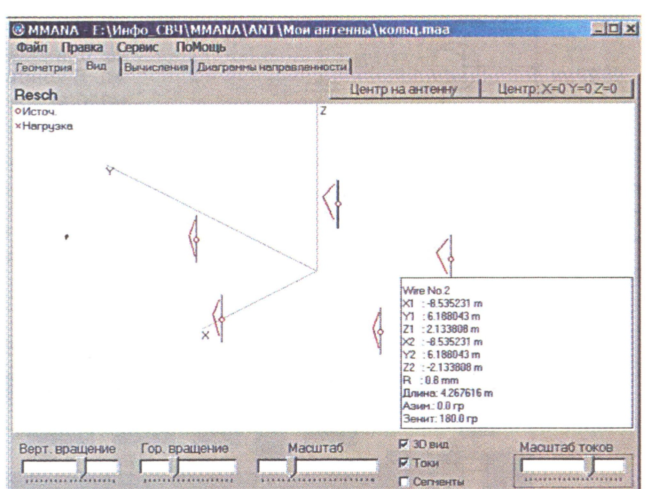


Рис. 4. Геометрия синтезированной антенны в программе MMANA

Программу можно использовать и для расчета решеток, состоящих из антенн с различными ДН. Например, удается сделать антенную решетку, дополнив существующую антенну "волновой канал" внешним четвертьволновым вибратором с целью подавления помех, приходящих с известного направления. В этом случае координаты элементов решетки должны совпадать с фазовыми центрами составляющих ее антенн.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гончаренко И. В.** Антенны КВ и УКВ. Часть I. Компьютерное моделирование. MMANA. — М.: ИП Радиософт, журнал "Радио", 2004. Часть II. Основы и практика. — 2005.

2. **Монзиго Р. А., Миллер Т. У.** Адаптивные антенные решетки: Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1986.

3. Устройство формирования нуля диаграммы направленности фазированной антенной решетки в направлении помехи. Пат. 2208880 РФ, МКИ H01Q 3/26, 2001.

MMANA - E:\Инфо_СВЧ\MMANA\ANT\Мои антенны\кольц.maa
Файл Правка Сервис ПоМощь
Геометрия Вид Вычисления Диаграммы направленности
Resch
Печать
Ga :7.81(dBi) = 0dB out ring
Gh :5.66(dBd)
F/B :-45.47(dB) Rear:Azim120dgElev60dg
Freq:14.050(MHz)
Z :13.980-j1145.72
SWR :1881.82(50.0Om) 199.43(600Om)
Elev:52.0dg(Fr space)
(for elev angle:0.0dg Peak:7.81dBi)
Показать ДН для поляризации
Верт. Гориз. Суммарн. Верт. и Гор.
Установить зенитный угол

Рис. 5. Вывод ДН синтезированной решетки в программе MMANA

Редактор — В. Поляков, скриншоты —автора

Тангента с динамическим микрофоном для носимой радиостанции

Игорь НЕЧАЕВ (UA3WIA), г. Курск

Для изготовления выносной микрофонной тангенты носимых УКВ и Си-Би радиостанций обычно используют двухвыводной электретный микрофон с внутренним сопротивлением несколько килоом. При этом с радиостанции на него поступает напряжение питания. Использование динамического микрофона взамен электретного не всегда дает желаемый результат. Во-первых, для него не нужно питающего напряжения, во-вторых, уровень выходного сигнала часто бывает недостаточным, а в-третьих, из-за низкого сопротивления динамического микрофона ток в микрофонной цепи радиостанции может быть значительным, что нежелательно.

Но выход из этой ситуации есть. Совместно с динамическим микрофоном можно применить усилительный каскад на биполярном транзисторе. Это обеспечит согласование уровней сигнала и уменьшит потребляемый ток. При необходимости этот каскад может служить и генератором звуковой частоты для тонального вызова.

Схема тангенты показана на **рис. 1**. На транзисторе VT1 собран усилительный каскад, его режим по постоянному току задается резистором R2. На элементах C2, R3, C3, R4, C4, R5, C5 собрана фазовращающая цепочка, включенная в цепь положительной обратной связи. Чувствительность микрофонного усилителя регулируется подстроечным резистором R1.

При нажатии на кнопку SB2 "PTT" на транзистор поступает напряжение, он открывается и через него и микрофонную цепь радиостанции протекает ток, который переводит ее в режим передачи. Усиленный звуковой сигнал через разъем XP1 подается на радиостанцию. Если в этом режиме нажать на кнопку SB1 "Тон", то микрофон отключится от усилительного каскада и к его входу подключится фазовращающая цепочка. Каскад перейдет в режим генерации, и на выход тангенты поступит тональный сигнал с частотой 1,3...1,5 кГц.

К радиостанции тангенту подключают с помощью монофонической вилки Jack диаметром 2,5 мм.

В тангенте применены детали для поверхностного монтажа. В конструкции использован малогабаритный динамический микрофон. При необходимости возможны замены: транзистор — КТ3130 с любым буквенным индексом, конденсаторы — К10-17В, постоянные резисторы — МЛТ, переменный — СП3-28 или аналогичные импортные.

Рис. 1

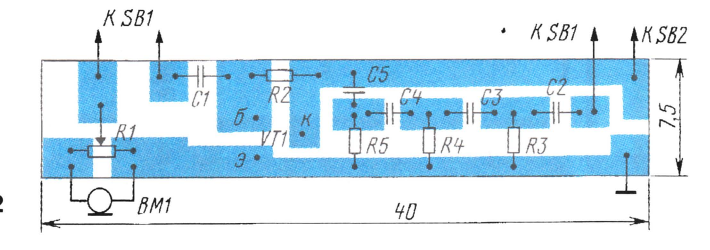


Рис. 2

Эскиз печатной платы при использовании деталей для поверхностного монтажа показан на **рис. 2**. Ее надо разместить в металлическом корпусе, а соединительный кабель должен быть обязательно экранированным. При использовании корпусной элементной базы размеры платы придется увеличить. Микрофон можно применить практически любой динамический без трансформатора.

Налаживание устройства сводится к подбору номинала резистора R2 таким образом, чтобы на коллекторе транзистора было напряжение 1,5...2 В для радиостанций с напряжением питания 3...6 В и 2...3 В при напряжении питания 6...12 В. Основным критерием является устойчивый переход радиостанции в режим передачи при нажатии на кнопку SB2 и качество модуляции. Если усилительный каскад будет "забиваться" сигналом передатчика, что будет проявляться как неустойчивая работа или слабый уровень звукового сигнала, то надо установить конденсатор C′ емкостью 100...500 пФ.

Редактор — А. Мирющенко, графика — Ю. Андреев

Синтезатор собран на двух печатных платах. На одной размещена клавиатура и ЖК индикатор, а на другой — собственно синтезатор. Обе платы разрабатывались с учетом возможности их изготовления в домашних условиях по так называемой "утюжной" технологии. При определенной аккуратности исполнения трудностей с распайкой микросхемы AD9832 (шаг между выводами микросхемы 0,65 мм) не возникает.

Синтезатор выполнен на плате из двусторонне фольгированного стеклотекстолита размерами 95×135 мм и толщиной 1,5 мм. На **рис. 7** плата показана со стороны печатных проводников. На противоположной стороне платы (**рис. 8**), которая используется как экран и общий провод, установлены микросхемы (кроме DD3), транзисторы (кроме VT6), диоды, катушка L5 и все дроссели, резисторы R16,R18,R20,R22, R26,R34, постоянные конденсаторы C9,C11—C15,C17,C20,C36, C39, подстроечные и оксидные конденсаторы. Отверстия под выводы деталей установленных с этой стороны платы и не имеющих соединений с общим проводом, — раззенкованы. Отверстия, через которые выводы деталей соединены с общим проводом, помечены на рис. 8 крестом. Также на рис. 8 показаны два дросселя L6, L7 в цепи питания микросхемы DD3 и блокировочные конденсаторы емкостью 0,01 мк в цепях питания микросхем (Сбл), не отображенные на схеме синтезатора (см. рис. 2).

Основная масса резисторов и конденсаторов, примененных в синтезаторе, кроме вышеназванных, — для поверхностного монтажа. Типоразмер — 0805. Их распаивают со стороны печатных проводников платы. Остальные резисторы — МЛТ, конденсаторы — КМ. Все подстроечные конденсаторы — КТ4-21, оксидные — К50-35.

Дроссели L1 и L6 — ДМ0,1 с индуктивностью 10...50 мкГн, L2 и L3 — ДМ0,1—180 мкГн. Дроссель L4 выполнен на кольцевом магнитопроводе типоразмера К7×4×2 из феррита 1000НМ. Его обмотка содержит 20 витков провода ПЭЛШО 0,25. Дроссель L7 выполнен на кольцевом магнитопроводе типоразмера К7×4×2 из феррита 2000НМ. Его обмотка содержит 15 витков провода ПЭЛШО 0,33.

Катушка L5 генератора — бескаркасная, намотана на оправке диаметром 6 мм и содержит 4 витка посеребреного провода диаметром 0,8 мм. Длина намотки — 5,5 мм. Отвод у катушки сделан от одного с четвертью витка, считая от вывода, соединенного с общим проводом.

Микросхема DD4 — генератор "H.S.C.5G 16.000 MHz HSO-3F000". Возможно применение и другого генератора с близкой выходной частотой.

Печатная плата клавиатуры и индикации не приводится, так как ее кон-

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2005, № 9

Синтезатор частоты для КВ радиостанции

Константин ИВАНОВ (RD3AY), г. Москва

фигурация, размеры, разводка печатных проводников зависят от конкретного места установки в том или ином аппарате.

Индикатор HG1 — жидкокристаллический русифицированный двухстрочный шестнадцатисимвольный дисплей SC1602CSLB-XH-HS-R фирмы SUNLIKE DISPLAY. Можно использовать другой индикатор, совместимый с контроллером HD44780 фирмы Epson (EH по маркировке Powertip).

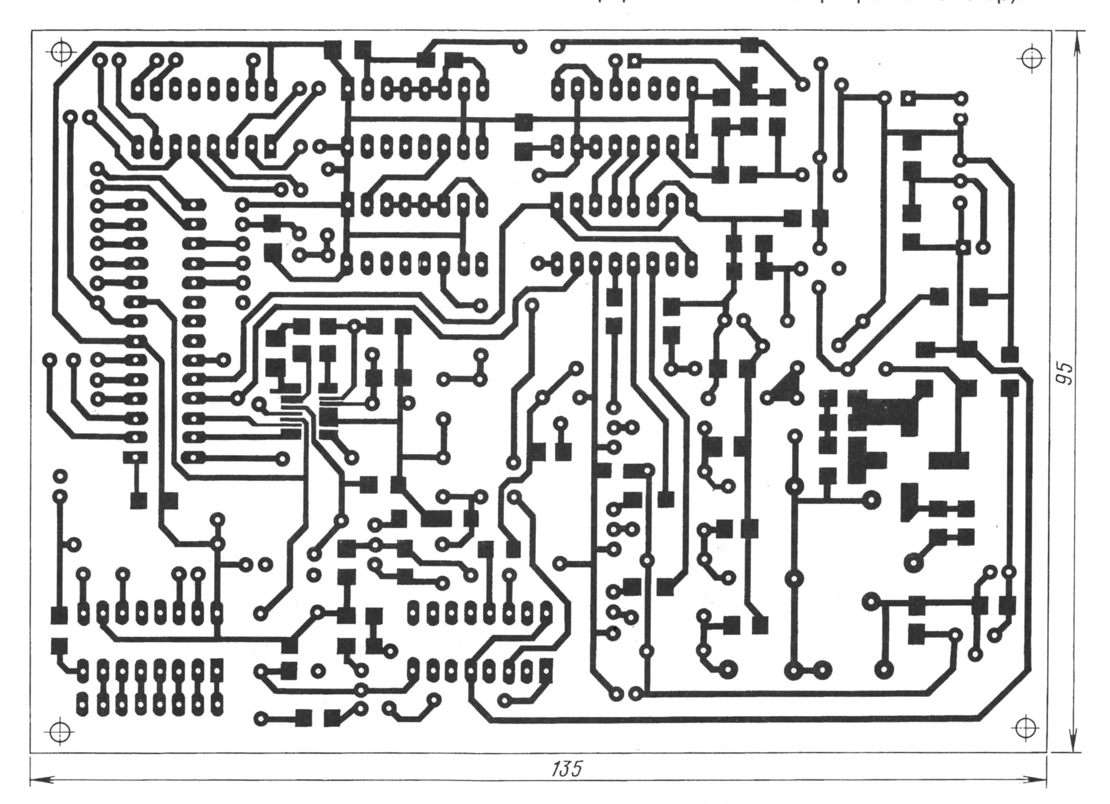


Рис. 7

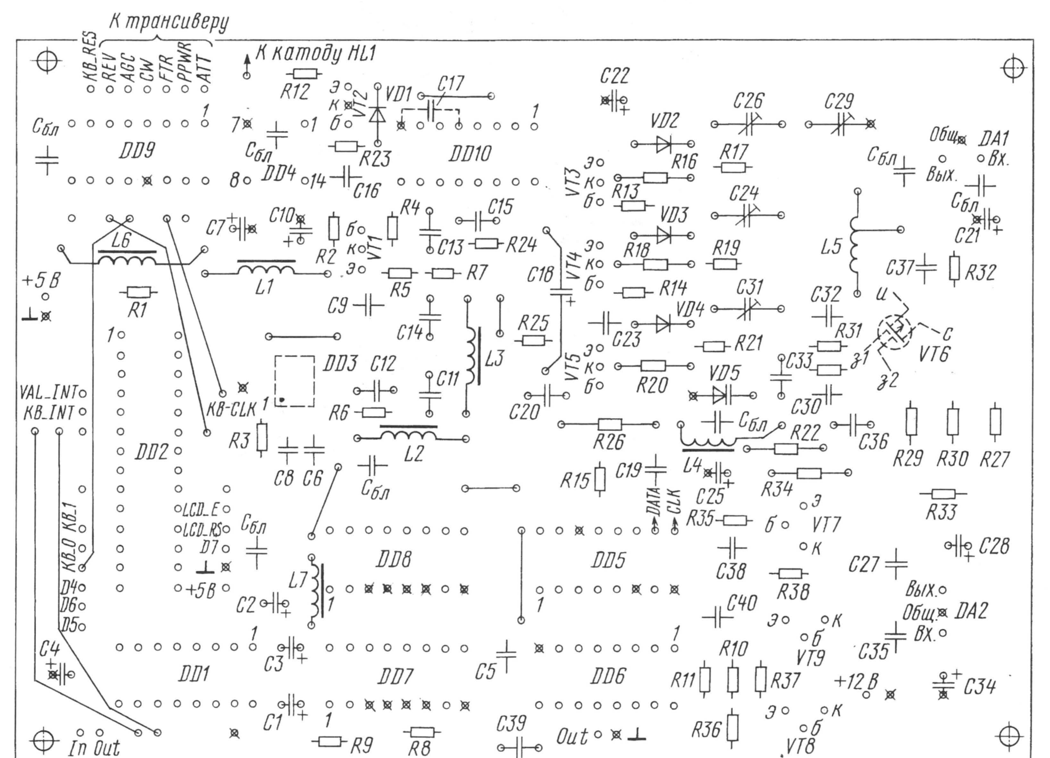


Рис. 8

Межплатные соединения в синтезаторе очень простые — нужно соединить между собой выводы с одноименными названиями. Проводники этих соединений не следует увязывать в жгут с прочими проводниками трансивера.

Не располагайте основную плату синтезатора вблизи сетевого трансформатора и выходных каскадов трансивера во избежание наводок. Лучше всего поместить ее в отдельный экранированный отсек.

Правильно собранный синтезатор начинает работать сразу. Для устойчивой работы делителей частоты на микросхемах DD6 и DD7 при поступлении на их вход синусоидального сигнала с амплитудой 300...600 мВ необходимо подобрать смещение на входах этих микросхем, равное половине напряжения питания, т. е. 2,5 В. При таком смещении работают импортные микросхемы 74AC161. Проблемы могут возникнуть с микросхемами IN74AC161N Минского НПО "Интеграл". Им требуется напряжение 2,2...3 В. Просматривая осциллографом форму и стабильность выходных импульсов на выходе делителя при максимальной входной частоте (80...90 МГц), следует подбирать одно из сопротивлений в делителе.

Регулировка ГУН заключается в установке требуемых границ перестройки на каждом из диапазонов при подаче на варикап VD5 напряжения 0,8...8 В от отдельного переменного резистора, подключенного к цепи питания +9 В. На это время следует отключить правый по схеме (см. рис. 2) вывод дросселя L4 от катода варикапа.

Для программирования микроконтроллера автор использовал программу AVReal, которую можно найти в Интернете по адресу: <**http://www.ln.ua/~real/avreal/index_e.html**>, и адаптер "Altera ByteBlaster". Там же есть подробное описание его изготовления и использования.

В первую очередь следует запрограммировать микроконтроллер для работы от внешнего генератора. Командная строка для программирования Fuses бит при использовании вышеупомянутого программатора и параллельного порта COM1 выглядит следующим образом: avreal.exe +mega8 –p1 –ab –e –b –w –fCKSEL=0.

Для записи в микроконтроллер данных программы и EEPROM командная строка должна выглядеть следующим образом: avreal.exe +mega8 –p1 –ab –e –b –v –n –w –c DDS.HEX — d DDS.EEP.

***Примечание редакции**. Полнофункциональный HEX-файл прошивки и EEPROM микроконтроллера можно найти на сайте журнала "Радио" <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2005/10/rd3ay.zip**>.*

Редактор – С. Некрасов, графика – Ю. Андреев

Первый слет радиолюбителей QRP-стов

Владимир ПОЛЯКОВ (RA3AAE), г. Москва

Слет, состоявшийся с 29 июля по 2 августа 2005 г., был приурочен к празднованию третьей годовщины Клуба любителей-коротковолновиков, работающих в эфире малой мощностью (RU-QRP). Было выбрано живописное место на самой чистой в Европе реке Угра, примерно посередине между городами Юхнов и Вязьма. Место историческое — в 1480 г. хан Золотой Орды Ахмат шел на Русь, встретил здесь московское войско, не позволившее ему переправиться через реку, простоял все лето и ушел с потерями от голода и болезней, но без дани. "Угорское стояние" положило конец татаро-монгольскому игу. "Битву" выиграли без потерь.

Дороги на смоленщине хорошие, и к полудню я сразу отыскал место слета, руководствуясь всего двумя указателями. Чистенький лагерь среди высоких "мачтовых" сосен манил к отдыху, но из штабной палатки раздавались телеграфные сигналы, где организатор слета Вячеслав Синдеев (UA3LMR) проводил очередное QSO специальным позывным UE3QRP (**фото 1**). Но с дороги обязательно надо было искупаться в чистейшей реке среди белых королевских лилий! На берегу и сфотографировались участники слета в клубных майках (**фото 2**).



Фото 1

Фото 2

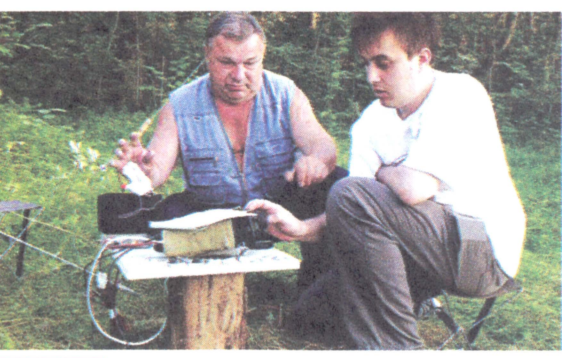


Фото 3

Четыре дня слета пролетели как одно счастливое мгновение — сколько было рассказов, демонстраций аппаратуры и антенн, обмена опытом, да и просто дружеского общения у вечернего костра! Радиостанции привезли почти все — на **фото 3** Володя (UA1AVA) демонстрирует работу на QRP в полевых условиях. География QTH-участников обширна — Смоленск, Москва, Липецк, Санкт-Петербург и даже Дальний Восток. География корреспондентов многочисленных QSO еще обширнее — были даже связи с Антарктидой.

По окончании слета автобус отвез участников до Вязьмы, а мы с Вячеславом Силаевым (RW3XS) задержались еще на полдня — поэкспериментировать с антеннами, насладиться солнышком и еще раз искупаться. Оказалось, что четвертьволновый проволочный вертикал лучше немного наклонить в сторону от корреспондента, четвертьволновый противовес приподнять над землей хотя бы на полметра (плюс 0,5...1 балл в оценке уровня сигнала) и протянуть в сторону корреспондента (плюс 2 балла). В то утро хорошо проходил первый район, удалось провести "историческую" связь с Я. Лаповком — встретились ветераны. От слета и работы участников остались приятные воспоминания...

Редактор – В. Поляков, фото – автора



"Соревнования на диапазоне 160 метров" (RUSSIAN 160 METER CONTEST)

Начало: 21 UTC 16 декабря.

Завершение: 23 UTC 16 декабря.

Соревнования проводятся в два тура: первый — с 21 до 22 UTC, второй — с 22 до 23 UTC.

Виды модуляции: CW и SSB.

Диапазон: 160 м.

Участники: коротковолновики всех стран мира.

Классы

SO JR (один оператор — молодежь).

MO JR (несколько операторов — молодежь).

SO (один оператор — взрослые).

MO (несколько операторов — взрослые).

SWL (наблюдатели).

Общие правила

Молодежной (JR) считается радиостанция, оператору которой в текущем календарном году исполнилось (исполнится) 18 лет или моложе. Радиостанция с несколькими операторами считается молодежной, если все ее операторы соответствуют данному критерию.

Повторные связи разрешены в разных турах, а внутри каждого тура — другим видом работы без ограничений по времени между QSO.

Контрольные номера

RS(T) и порядковый номер связи, начиная с 001 (нумерация связей в каждом туре самостоятельная). Кроме того, через дробь передается и обозначение условного "квадрата", в котором находится радиостанция. Квадраты образованы параллелями и меридианами через 10 градусов по широте и долготе (**см. карту**). Они обозначаются буквой (по долготе) и цифрой (по широте). Станции, находящиеся между 10 градусами з. д. и нулевым меридианом, имеют в обозначении квадрата букву X, между нулевым меридианом и 10 градусами в. д. — букву Y, между 10 и 20 градусами з. д. — букву Z., между 20 и 30 градусами в. д. — букву A, между 30 и 40 градусами — букву B, между 40 и 50 градусами — букву C, между 50 и 60 градусами — букву D и т. д. до буквы Q (между 180 градусами в. д. и 170 градусами з. д.). Станции, находящиеся севернее 80 градуса с. ш., имеют в обозначении цифру 1, между 70 и 80 градусами с. ш. — цифру 2 и т. д. Полный контрольный номер при первой связи может выглядеть, например, так: 59001/E4 или 599001/E4. Радиостанции, находящиеся вне пределов Европы и Азии, передают контрольные номера, состоящие из RS(T) и идентификатора DX.

Очки

За каждую связь внутри условного квадрата начисляется 1 очко, с соседними квадратами — 2 очка, через квадрат — 3 очка и т. д., а за радиосвязь с радиостанцией, находящейся вне Европы и Азии, — 30 очков. SWL должны зафиксировать оба позывных и один из контрольных номеров. Подсчет очков у них ведется так же, как и у операторов радиостанций — наблюдение внутри своего квадрата дает 1 очко, за станциями в соседних квадратах — 2 очка и т. д. Наблюдателям повторные наблюдения по основному позывному (для которого принят контрольный номер) также разрешаются внутри тура, только другим видом работы.

Подсчет результата

Окончательный результат получается суммированием очков по обоим турам.

Награды

Победители по подгруппам будут отмечены плакетками (MULTI OP) и медалями (SINGLE OP), а победители по странам мира и радиолюбительским районам России — дипломами журнала "Радио". Лучшие из станций с одним оператором, работавшие только телеграфом или только телефоном, будут также отмечены дипломами журнала "Радио", независимо от места, занятого в своей подгруппе в общем зачете.

Отчеты

Желательно представлять в электронном виде и в формате Cabrillo.

Бумажный отчет составляют в хронологическом порядке проведения радиосвязей. Очки подсчитывать не обязательно.

Срок отправки отчета

До 23 января 2006 г.

Доработка телеграфного контроллера

Юрий ЛЕБЕДИНСКИЙ (UA3VLO), г. Александров Владимирской обл.

После повторения конструкции А. Бабушкина (RK3DOV), описанной в статье "Телеграфный контроллер" ("Радио", 2004, № 6, с. 70, 71), остался очень доволен. Не остались равнодушными и знакомые радиолюбители, ознакомившиеся с его работой и возможностями. На мой взгляд, это отличная конструкция по простоте изготовления, удобству работы и функциональным возможностям.

Для большего удобства эксплуатации я расширил его функции, введя в устройство режим самоконтроля, который необходим для тренировок и обучения работе на клавиатуре, а также релейное манипулирование, используемое в большинстве самодельных трансиверов.

Для осуществления самоконтроля к выходу микроконтроллера DD1 подключен звуковой генератор, а для релейного манипулирования к коллектору транзистора VT1 подключено реле. Схема подключения приведена на **рисунке**. Дополнительные элементы обозначены со знаком "штрих". Звуковой генератор выполнен на ИМС К561ЛА7. Тон звукового сигнала настраивают резистором R2′.

Звукоизлучатель — ЗП-1, ЗП-3 или подобный, реле К1′— РЭС91 (исполнение РС4.500.560).

Режим транзистора VT1, при котором осуществляется четкое срабатывание реле, подбирают резистором R3. Питание +12 В для микроконтроллера подается через отдельный разъем.

Редактор — А. Мирющенко, графика — Ю. Андреев